P17497

ISSN 0395-7519

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N°38

(TRIMESTRIEL)

BTT-39

DECEMBRE 1979

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N°38

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - VERSAILLES

DECEMBRE 1979

N'OUBLIEZ PAS

AU SOMMAIRE DU N°39
(en principe)

- Recherches menées au Laboratoire de la production ovine.
- Systèmes d'alimentation et de production de viande bovine en Europe. Perspectives d'évolution.
- Alimentation des vaches laitières en début de lactation : niveau des apports de concentrés et d'azote.
- Valeur alimentaire des pellicules de différentes graines oléagineuses.
- Résultats économiques obtenus en Charolais : le système « production de maigre ».
- Persistance de la lactation, composition du lait et fertilité des vaches.

VOTRE

REABONNEMENT

POUR 1980

(indications au verso)

Si vous changez d'adresse

pensez à nous en informer rapidement, nous pourrons ainsi continuer à vous servir notre bulletin technique sans interruption et dans les meilleures conditions.

Bulletin Technique du C.R.Z.V. de THEIX - I.N.R.A.

ABONNEMENT POUR L'ANNEE 1980*
75 F TTC

REMARQUE IMPORTANTE :

Pour tout abonnement souscrit avant le 15 mars 1980, nous vous adresserons gratuitement le numéro spécial du Bulletin Technique portant sur :

L'EVOLUTION DE L'ECONOMIE DES PRODUCTIONS BOVINES

- Compte rendu des travaux de la Commission des Recherches Bovines de l'I.N.R.A. de juin 1979 -

NOM ou RAISON SOCIALE DE L'ORGANISME PAYEUR :

Nombre d'abonnements demandés

. DESTINATAIRE (S)

Nom ou raison sociale Rue et n° Code postal et ville

.....

.....

.....

. Fourniture éventuelle des collections des années antérieures (1) (4 numéros par an)

1971 à 1974	41,60F/an TTC
1975 à 1977	52,00F/an TTC
1978 et 1979	65,00F/an TTC

. Paiement : chèque bancaire ou postal établi à l'ordre de Monsieur le Régisseur du C.R.Z.V. de Theix (C.C.P. 5504-43 Clermont-Ferrand) et joint à la présente demande.

. Facturation : Désirez-vous une facture ?

OUI - NON

Date :

Nom (ou cachet) et signature du demandeur

(1) Préciser l'année ou les années.

* A retourner à : *COMITE DE REDACTION DU BULLETIN TECHNIQUE*
C.R.Z.V. I.N.R.A. - THEIX - 63110 BEAUMONT.

SOMMAIRE

Les recherches sur les maladies nutritionnelles au C.R.Z.V. de Theix
M. LAMAND 5

Evolution de la composition corporelle chez le jeune bovin mâle au cours de la croissance ; variations selon le génotype
J. ROBELIN avec la collaboration de Christiane BARBOIRON et Roland JAILLER 11

Influence du mode de présentation de la luzerne déshydratée sur l'utilisation des minéraux de la ration par l'agneau
Michèle MONCAUP, M. THERIEZ et J.P. BARLET avec la collaboration de R. DABERT, R. ROUX et J.P.-BRUN 17

Influence de l' apport d'aliments tannés de bonne qualité sur les performances des veaux femelles d'élevage de la naissance à 3 mois
J.L. TROCCON et M. JOURNET 19

Influence de la nature des lipides tissulaires sur la qualité des carcasses et des viandes des ruminants
B. AUROUSSEAU 27

Utilisation comparée des ensilages d'herbe et des ensilages de maïs par les vaches laitières
P.R. PARRASSIN, A. HODEN et M. JOURNET avec la collaboration de C. BAZARD, P. FAIVRE et B. MARQUIS 35

Complémentation des rations à base de paille par des céréales associées ou non a une source d'azote
A. HODEN avec la collaboration de J.M. GIRAUD 43

La dégustation - Une méthode d'évaluation des qualités organoleptiques de la viande
C. TOURAILLE 47

Le système des unités d'encombrement pour les bovins
Département d'Elevage des Ruminants 57

Articles techniques parus en 1978 .....

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 5-10

LES RECHERCHES SUR LES MALADIES NUTRITIONNELLES AU C.R.Z.V. DE THEIX

M. LAMAND

Laboratoire des Maladies Nutritionnelles

Le laboratoire des Maladies Nutritionnelles est issu de l'unité de recherches sur les carences en oligoéléments de l'ex-station de Physiopathologie de la Nutrition (cf. Bulletin n°28). Les thèmes des recherches poursuivies portent sur la pathologie liée aux carences en oligoéléments chez les ruminants.

I - REPARTITION DES CARENCES EN OLIGOELEMENTS

Un inventaire des carences en oligoéléments (enquêtes et analyses de fourrages) a montré que les carences primaires ou d'apport étaient très générales en France mais peu profondes (tableau 1) à l'exception du sélénium.

TABLEAU I

Répartition des teneurs des foins de prairies naturelles premières coupes en France (MG/KG MS)

cuivre		cobalt		zinc	
classe	% total	classe	% total	classe	% total
< 5	44,2	<0,07	32,8	< 25	28,7
5-7	49,5	0,07-0,1	24,8	25-50	69,9
> 7	6,3	> 0,1	42,4	>50	1,4

manganèse		iode		sélénium	
classe	% total	classe	% total	classe	% total
< 25	3,5	<0,08	16	<0,05	72
25-50	15	0,08-0,12	26	0,05-0,1	22
> 50	81,5	> 0,12	58	> 0,1	6

La classe la plus élevée correspond à une teneur supérieure à la limite de carence, la classe intermédiaire aux carences subcliniques plus ou moins discrètes et la classe inférieure à des accidents pathologiques plus nets.

La carence en manganèse est localisée aux sols calcaires.

II - CAUSES DES CARENCES

1. Carences primaires ou d'apport

La plupart des interventions agronomiques susceptibles d'accroître la production fourragère tendent à diminuer les teneurs en oligoéléments (PERIGAUD, 1975 ; tableau 2). Il importe donc d'analyser les fourrages produits en conditions intensives. Les aspects agronomiques des carences ont été assez complètement étudiés, ce thème est actuellement abandonné.

TABLEAU II:INFLUENCE DE DIFFERENTS FACTEURS SUR LA COMPOSITION EN OLIGOELEMENTS DES FOURRAGES

	Ecarts maxima observés (1)			
	Cu	Mn	Zn	Mo
1°/ Facteurs liés à la plante :				
a/ Espèce et variété	100 - 250	100 - 1000	100 - 160	100 - 900
b/ Stade herbacé (=indice 100) à la floraison	35 - 43	35 - 50	40 - 50	30 - 80
c/ N° du cycle : du 1er (indice 100) au dernier indice maxi et mini	110 - 320	110 - 200	100 - 120	100 - 600
2°/ Facteurs externes :				
a/ Site (sol, climat)	100 - 200	100 - 500	100 - 200	100 - 1000
b/ Année	100 - 120	100 - 500	100 - 120	100 - 220
3°/ Facteurs culturaux :				
a/ Amendements de 0 Ca(indice 100) à + Ca	60 - 100	25 - 100	50 - 100	100 - 200
b/ Fumure azotée de 0N (indice 100) à + N	70 - 300	45 - 330	70 - 200	10 - 260
c/ Fumure phosphatée de $0P_2O_5$ (indice 100) à $+P_2O_5$	90 - 100	100 - 150	80 - 100	70 - 200

(1) *d'après S. PERIGAUD (1975).* L'influence des différents facteurs de variation est exprimée en %. La variation peut être une augmentation (chiffre supérieure à 100 %) ou une diminution (chiffre inférieur à 100 %)

TABLEAU III : INTERFERENCES AVEC LA DIGESTIBILITE DES OLIGOELEMENTS

		CUIVRE			ZINC			MANGANESE		
		TENEUR[1]	DIG.[2]	RET.[3]	TENEUR	DIG.	RET.	TENEUR	DIG.	RET.
PRESENT.	LONG	8,4	16 ★	5 ★	26	24 ★	23	35	24 ★	34 ★
	BROYÉ	8,6	6	3	34	14	23	37	10	19
QUALITE	HERBE	4,5	10 ★	1,2 ★	25	23 ★	15,3 ★	62	5 ★	8 ★
	FOIN	5,3	- 4	-0,4	28	- 4	- 2,3	101	15	31
SOUFRE	E. MAÏS	4,6	13	1,4	25	28 ★	17 ★	28	17	10 ★
	+ S (2,9 G S/KG MS)	4,7	13	1,6	24	17	11	28	7	6
TERRE	ENSILAGE	4	- 1,5 ★	-0,1 ★	34	15 ★	14 ★	110	7 ★	22 ★
	+ TERRE 5 %	4,8	-11	-1,1	36	4	4	146	- 7	-20

1 : MG/KG MS 2 : % 3 : MG/JOUR/100 KG ★ DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE (P<0,05 OU 0,01)

2. Carences induites par modification de la digestibilité

Une série de bilans réalisés sur agneaux en croissance de 25 kg, croisés (F1) Limousin × Romanoff ont mis en évidence des modifications de la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse en liaison avec certaines caractéristiques de la ration induisant des carences secondaires (tableau 3).

Le broyage du fourrage accélère la vitesse du transit intestinal et diminue la digestibilité des trois éléments étudiés (AMBOULOU et al., 1977). Le cuivre et le zinc du foin séché au sol après une période pluvieuse de 5 semaines se révèlent moins digestibles que les mêmes éléments de l'herbe correspondante congelée en vert (LAMAND et al., 1977). Dans ce cas la digestibilité du manganèse n'est pas diminuée. Les oligoéléments du foin n'ont cependant pas été lessivés par la pluie.

L'addition de soufre ou la contamination par la terre d'un ensilage diminue la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse (LAMAND, 1974 et 1979).

La quantification de la digestibilité des oligoéléments de différentes rations reste cependant difficile par la méthode des bilans en raison de l'imprécision de cette méthode.

L'étude de la digestibilité est actuellement poursuivie (M. LAMAND) pour préciser les relations entre le contenu digestif et la muqueuse.

Une première étape consiste à mesurer les flux d'oligoéléments dans la phase liquide et la phase solide du contenu intestinal à différents niveaux (rumen, caillette, duodénum, iléon, fecès). Des marqueurs relativement commodes peuvent être utilisés : le ruthénium pour la phase solide et le complexe chrome-EDTA pour la phase liquide (Isabelle ORTIGUES, stagiaire). Cependant le dosage de ces éléments doit se faire par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme (avec le four de Massmann) pour avoir la sensibilité nécessaire.

Parallèlement la mise au point d'une méthode de mesure de l'absorption d'oligoéléments par l'intestin *in vitro* sera poursuivie.

III - PROPHYLAXIE, TRAITEMENT DES CARENCES

La distribution de compléments minéraux est efficace pour prévenir les carences. La mise à la disposition des animaux de blocs à lécher est également efficace dans la mesure où la formulation du bloc est adéquate pour les consommations mesurées (LAMAND et al., 1972).

L'enrichissement en oligoéléments des fourrages sur pied ne peut être réalisé efficacement par apport au sol mais il est possible par pulvérisation foliaire (PERIGAUD, 1976 ; LAMAND, 1976).

Le traitement par distribution d'oligoéléments *per os* aux malades est coûteux en main d'oeuvre. L'injection de sels ou de certains chélates provoque des inflammations plus ou moins violentes au point d'injection. L'injection de métal ou d'oxyde en poudre est en revanche très bien tolérée pour le cuivre, le zinc ou le manganèse. Une telle injection provoque une inflammation modérée qui libère lentement le métal hors du point d'injection.

L'injection intramusculaire de 50 mg de cuivre (métal) en poudre en suspension dans de l'huile d'olive purifiée provoque une élévation de la cuprémie chez les 10 brebis traitées à partir du 6e jour avec un maximum le 8e jour (fig. 1). L'hypercuprémie se régularise ensuite. Pendant ce temps la cuprémie des 10 brebis témoins diminue, tous les animaux recevant un foin de prairie pauvre en cuivre (4,3 mg Cu/kg M.S.).

De même l'injection intramusculaire d'oxyde de zinc (200 mg) augmente la zincémie dès le 3e jour (fig. 2). Elle est maximum le 10e jour puis revient à la normale (LAMAND, 1978). La zincémie des témoins diminue, les brebis étant maintenues sur un foin pailleux renfermant 28 mg Zn/kg M.S.

Au pâturage de printemps et avec une herbe renfermant de 4,5 à 5 mg Cu/kg, l'injection unique de 60 mg de cuivre (sous forme d'oxyde CuO) maintient les 10 brebis injectées hors carence pendant 67 jours alors que 3 des 10 témoins ont à cette époque une cuprémie inférieure à 42 μg Cu/100 ml (fig.3) et un cuivre hépatique

Figure 1 : évolution du cuivre plasmatique après l'injection du cuivre

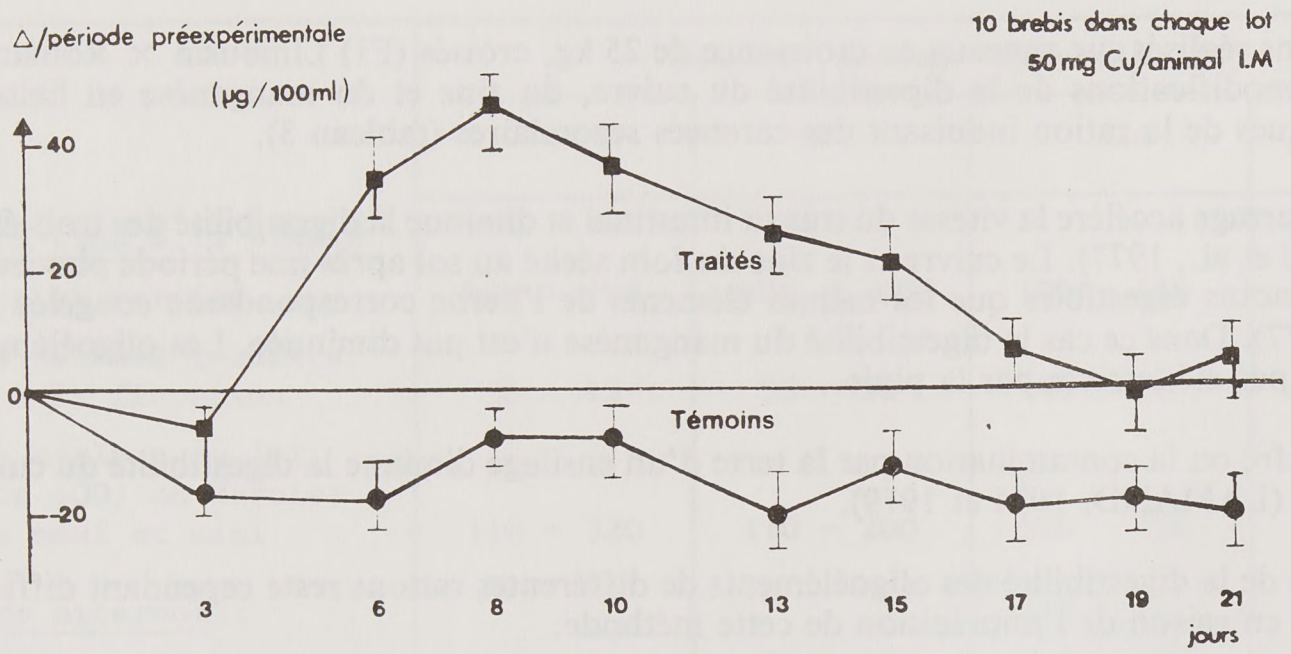


Figure 2 : évolution du zinc plasmatique après l'injection du zinc (oxyde)

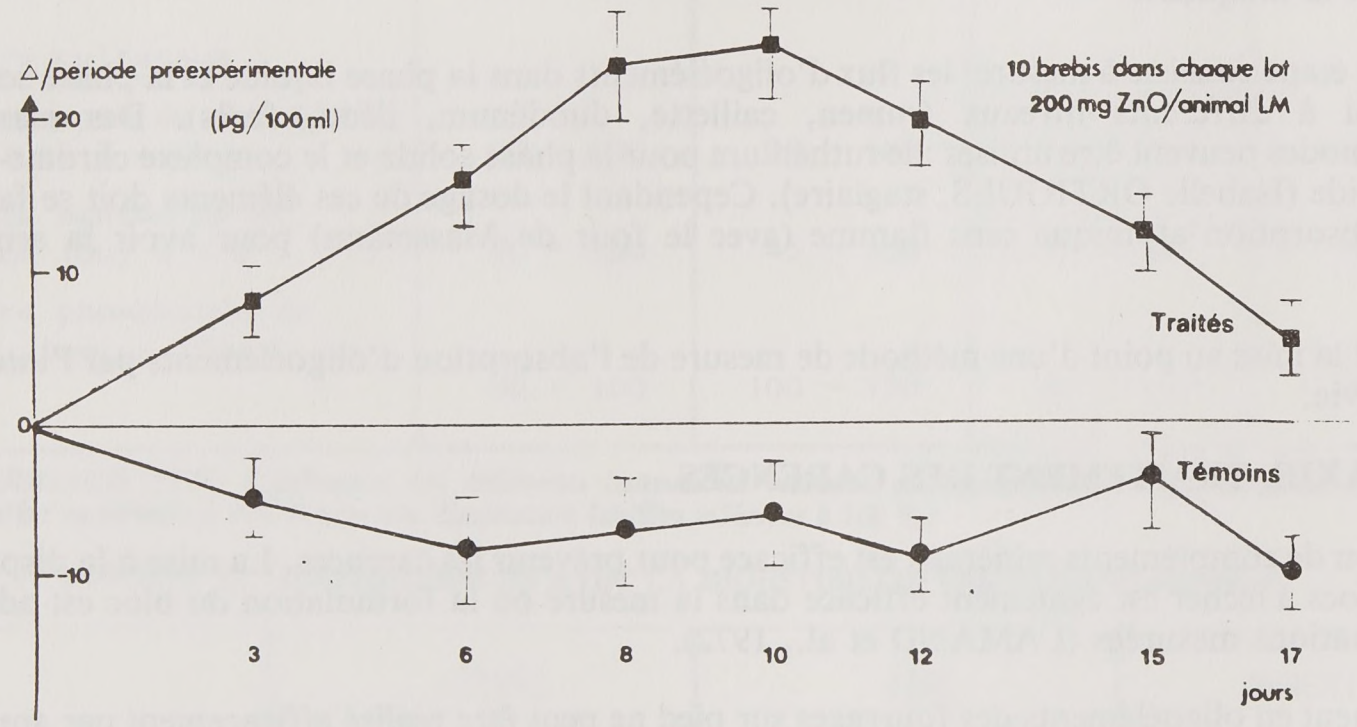
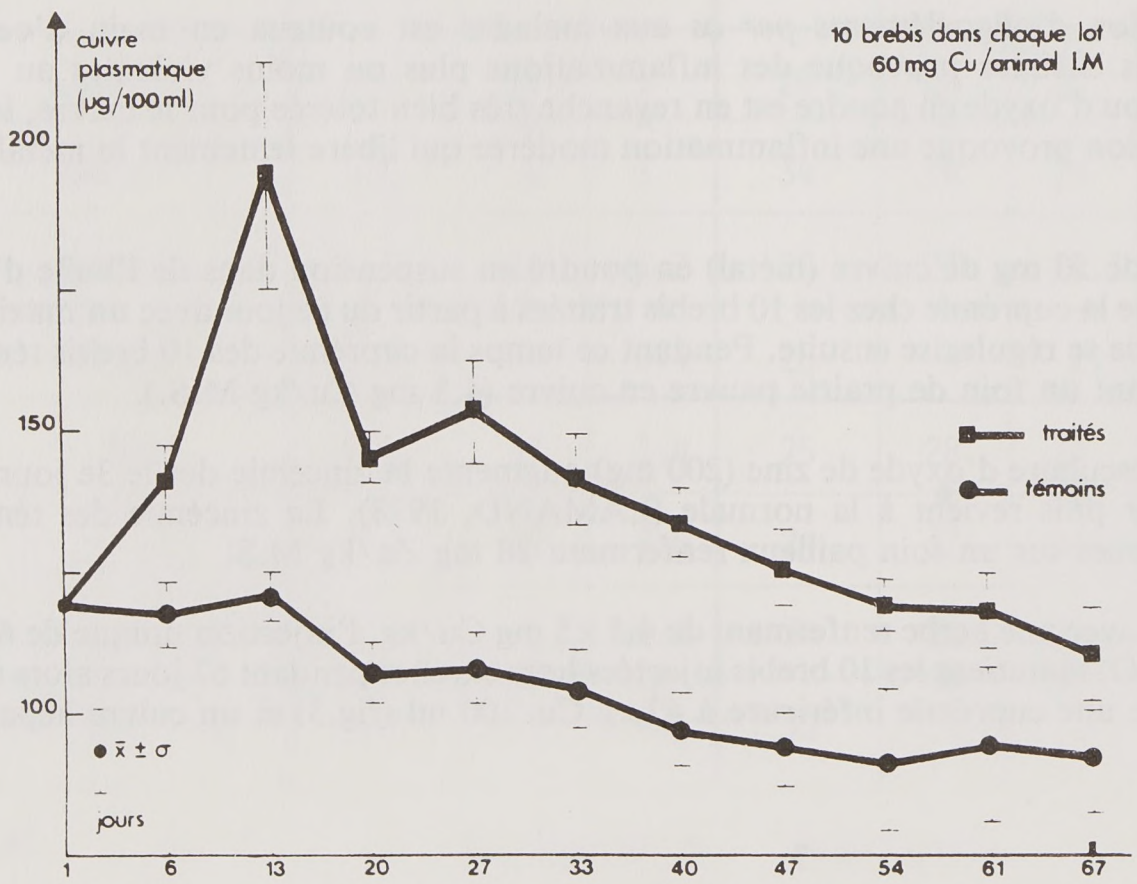


Figure 3 : durée d'efficacité d'une injection d'oxyde de cuivre



inférieur à 14,4 μg/g de M.S. On peut donc conclure que dans les conditions expérimentales présentées, l'injection d'oxyde de cuivre a un effet retard largement supérieur à deux mois, les animaux injectés ayant un cuivre hépatique moyen à l'abattage de 190 μg Cu/g M.S. comparé à 55 μg/g M.S. pour les témoins (LAMAND, 1978).

Ces suspensions injectables (brevet I.N.R.A.-A.N.V.A.R., licence Proligo-Roussel) sont commercialisées sous le nom de Prolontex cuivre ou zinc ou manganèse.

Le traitement *per os* de la carence en cobalt est rapide et efficace. Il permet de restaurer, chez le mouton, le niveau plasmatique de vitamine B12 en 72 heures (TRESSOL et LAMAND, 1979).

IV - LE DIAGNOSTIC

Le diagnostic clinique des carences est toujours difficile. Le diagnostic analytique constitue souvent une nécessité. L'analyse de la ration est possible pour le cuivre, le manganèse et le zinc (BELLANGER, 1971) le cobalt (HOCQUELET, 1974), le molybdène (DUVAL, 1971), le sélénium (LAMAND, 1969) et l'iode (BELLANGER et al., 1979).

Le cuivre et le zinc plasmatique ont un réel intérêt pour le diagnostic (BELLANGER et LAMAND, 1975) dans la mesure où le plasma a été préparé sans contamination, ni hémolyse.

Le diagnostic de molybdénose peut être posé par dosage de la fraction de cuivre plasmatique insoluble à l'acide trichloracétique à 5 % (LAMAND, LAB, TRESSOL, à paraître).

L'acquisition récente d'un spectromètre d'absorption atomique avec four de Massmann devrait permettre de doser le cuivre et le zinc dans des échantillons de quelques microlitres ainsi que le manganèse plasmatique (1 à 3 μg Mn/100 ml). Cette nouvelle technique est en effet 100 fois plus sensible que l'absorption atomique classique avec flamme. Jusqu'à présent le diagnostic de la carence en manganèse par l'analyse de tissus animaux est resté impossible faute de méthode suffisamment sensible et fiable.

Le diagnostic de la carence en sélénium est assez coûteux si il fait appel à un dosage de cet élément dans la ration ou les tissus animaux, ce dosage étant long et difficile.

La peroxydase du glutathion est une enzyme plasmatique sélénodépendante relativement peu coûteuse à doser et dont l'activité suit les apports de sélénium dans la ration. L'adaptation de ce dosage enzymatique aux conditions de la routine abaisserait le coût du diagnostic de la carence. Ce travail est actuellement mené en collaboration avec la Chaire de Nutrition et d'Alimentation de l'Ecole Nationale vétérinaire de Lyon (Prof. WOLTER).

V - INFLUENCE DE LA NUTRITION SUR LA REPONSE IMMUNITAIRE

La nécessité de développer le thème ''Immunité et Nutrition'' (LEVIEUX D.) est basée sur l'existence de nombreux échecs vaccinaux, sur l'éclosion, dans certains troupeaux, de maladies comme la Listériose (''maladie de l'ensilage''), les toxi-infections ou entérotoxémies salmonelliques et clostridiennes résultant d'une ''rupture de la résistance immunitaire'' dont l'origine nutritionnelle est fréquemment invoquée. Chez les rongeurs de laboratoire, on a pu montrer le blocage de l'immunité cellulaire par la carence en zinc.

L'abord de ce thème est conditionné par la mise au point d'un protocole de mesure de l'immunité des ruminants (en collaboration avec le Pr. OUDAR, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon). L'importance de la variabilité individuelle de certains paramètres (taux d'immunoglobulines sériques, par exemple) et la nécessité de travailler à l'échelle du troupeau imposent l'analyse d'un nombre élevé d'échantillons et la mise au point de techniques relativement automatisées et peu coûteuses.

L'étude, chez le ruminant nouveau-né, de la transmission de l'immunité maternelle par le colostrum, et du développement de sa propre immunité, constitue un support concret et immédiat au déroulement de ces recherches méthodologiques : quoique capable de réactions immunitaires (immuno-compétence) le nouveau-né est immuno-déficient et a de faibles chances de survie sans l'immunité passive qui lui est transmise par le colostrum maternel.

L'utilisation des ressources de la technologie immunologique a permis par ailleurs de mettre au point une méthode de détection des mélanges de lait (vache - chèvre - brebis), officielle pour la France depuis Juin 1978 et pour la Communauté Européenne depuis Juin 1979 (Brevet I.N.R.A.-A.N.V.A.R.). La détection de la poudre de lait dans les produits de charcuterie par une technique voisine est à l'étude.

Enfin, en collaboration avec le Laboratoire d'Eco-Pathologie, une technique sérologique de dépistage des animaux atteints de douve est étudiée à partir d'un antigène purifié.

VI.- EVOLUTION DES RECHERCHES DU LABORATOIRE

La pathologie d'origine nutritionnelle est d'autant plus coûteuse qu'elle est insidieuse. Les carences légères obèrent la productivité et la rentabilité des animaux sans se traduire par une symptomatologie détectable. Il est donc souhaitable de continuer à développer les méthodes de **diagnostic analytique** des carences pour en améliorer la précocité de réponse et diminuer le coût.

La pathologie liée à la **carence en iode** a été peu abordée en raison des difficultés de dosage de cet élément. On sait qu'elle est fréquente en France et générale pour les laitières à haut niveau de production. L'influence de la subcarence de la mère sur la vitalité des jeunes a été insuffisamment étudiée chez les ruminants. L'usage anarchique de l'iode en alimentation animale ou dans les produits de désinfection de la mamelle peut, par ailleurs, constituer un danger pour les consommateurs du lait. Il serait bon de faire le point sur ce danger potentiel en France.

La mise au point d'une méthode de **mesure de l'absorption des oligoéléments** permettrait d'utiliser des régimes de plus en plus simplifiés avec une meilleure marge de sécurité. En effet l'apport massif d'oligoéléments n'est pas la solution miracle : des interférences entre éléments sont rencontrées classiquement et des accidents de toxicité sont signalés de plus en plus fréquemment.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles peuvent être obtenues sur simple demande au Laboratoire des Maladies Nutritionnelles, C.R.Z.V. Theix, 63110 BEAUMONT.

COMPOSITION ACTUELLE DU LABORATOIRE DES MALADIES NUTRITIONNELLES

Chercheurs :	M. LAMAND	- Digestibilité des oligoéléments. - Relations entre le diagnostic clinique et analytique des carences.
	D. LEVIEUX	- Influence de la nutrition sur la réponse immunitaire des ruminants.
Ingénieur :	J. BELLANGER	- Dosages des oligoéléments dans différents milieux - Diagnostic analytique des carences.
Techniciens :	C. LAB J.C. TRESSOL	- Analyses des échantillons expérimentaux, mise au point d'une méthode d'absorption *in vitro* des oligoéléments.
	M. LEVIEUX	- Mise en oeuvre des techniques et dosages immunologiques.
	A. COLAS	- Responsable de l'animalerie (rongeurs de laboratoire).
	C. LAFARGE G. MONTEL	- Responsables des expérimentations sur ruminants.
	R. PIAU	- Atelier de mécanique et de plastique.
Secrétariat :	J. MOINARD	

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 11- 16

EVOLUTION DE LA COMPOSITION CORPORELLE CHEZ LE JEUNE BOVIN MALE AU COURS DE LA CROISSANCE ; VARIATIONS SELON LE GENOTYPE

J. ROBELIN

Avec la collaboration de Christiane BARBOIRON et Roland JAILLER

Laboratoire de la Production de Viande

La composition corporelle des bovins et son évolution au cours de la croissance et de l'engraissement sont des facteurs primordiaux de la valeur bouchère des animaux à l'abattage. Divers facteurs modifient l'évolution de la composition corporelle, tels que le sexe, la race, le niveau alimentaire. Il importe de bien connaître leur influence respective, de façon à définir les méthodes de conduite et d'alimentation ainsi que le poids d'abattage correspondant à chaque type d'animal. Enfin, la composition corporelle, reflet de la quantité de lipides, de protéines et d'énergie fixée, conditionne directement les besoins alimentaires des animaux.

La mesure de la composition des bovins par abattage, dissection de la carcasse, analyse chimique des tissus est très longue et très coûteuse ; Aussi, pendant très longtemps, nos connaissances ont reposé essentiellement sur un ensemble de travaux parfois fragmentaires et toujours effectués avec des animaux de races anglo saxonnes (Angus, Hereford, Shorthorn) dont les caractéristiques sont très différentes de celles des bovins utilisés en France pour la production de viande.

Aujourd'hui, grâce à une étude systématique entreprise depuis plus de 10 ans au Laboratoire de la Production de Viande comportant la mesure de la composition corporelle de plus de 200 jeunes bovins mâles de différentes races (Charolaise, Frisonne, Limousine, Salers) et de poids vif compris entre 130 et 700 kg, il est possible de dégager des lois générales sur l'évolution de la composition de ces animaux.

Cet article a pour but de présenter une synthèse de ces connaissances sur l'évolution de la composition corporelle des taurillons et sur ses variations selon le génotype en se limitant à deux exemples extrêmes en France, les taurillons Frisons (précoces) et Charolais (tardifs).

I. EVOLUTION DE LA COMPOSITION CORPORELLE AU COURS DE LA CROISSANCE DE 130 à 700 KG

On envisagera dans ce chapitre l'évolution « moyenne » de la composition des taurillons, en s'appuyant sur la moyenne arithmétique des résultats observés chez les taurillons Charolais et Frisons (146 animaux). Les animaux Charolais ont été élevés sous leur mère jusqu'au sevrage vers 300 kg. Les animaux Frisons, conduits en nurserie, ont été sevrés à 16 semaines au poids vif de 110 kg. A partir du sevrage, tous les animaux ont reçu à volonté des rations comportant au moins 70 p.100 de céréales et ont eu une vitesse de croissance toujours supérieure à 1000 g/j.

Compte tenu des variations possibles de l'importance des contenus digestifs selon la nature de l'alimentation, on se réferrera toujours au poids vif vide (PVV = poids vif - contenus digestifs). Dans le cas de rations riches en céréales distribuées à volonté à ces animaux, les contenus digestifs représentent environ 13-14 p.100 du poids vif chez les animaux de 250 kg et 9-10 p.100 chez les animaux de 600-700 kg.

Organes et éléments du ''cinquième quartier''

Parmi ceux-ci, les plus indispensables à la vie se sont développés en priorité dès la conception ; il s'agit des principaux organes (reins, coeur, foie, poumons), du sang et de la tête. Aussi la part qu'ils représentent après 150 kg de poids vif décroît-elle en valeur relative (de 8,4 à 6,2 p.100 ; figure 1). Ceci est encore plus net pour la tête qui représente 3,9 p.100 du PVV à 150 kg et 2,6 p.100 seulement à 600 kg.

D'autres éléments du ''cinquième quartier'' sont à 150 kg en phase de croissance accélérée qui sera suivie d'une phase de croissance retardée ; tel est le cas du cuir qui représente 8,1 à 10,1 p.100 du PVV entre 150 et 340 kg et 10,1 à 8,9 p.100 du PVV entre 340 et 600 kg. Tel est également le cas du tractus digestif qui, entre 150 et 290 kg de PVV, passe de 6,4 à 7,0 p.100 puis de 7,0 à 5,4 p.100 du PVV.

Parmi tous les éléments du ''cinquième quartier'', seuls les dépôts adipeux (périrénaux, péritonéaux, mésentériques et péricardiaques) ont un développement tardif et croissent continuellement plus vite que le poids vif vide. De 1,3 p.100 du PVV à 150 kg, ils passent à 4,0 p.100 du PVV à 600 kg.

Principaux tissus et composants chimiques du corps entier

La carcasse (figure 2) a une croissance un peu plus rapide que celle du poids vif vide en raison de la croissance ralentie de la majorité des éléments du cinquième quartier. On observe donc un accroissement du rendement vrai en carcasse (carcasse p.100 du PVV) de 64,9 p.100 à 150 kg à 67,3 p.100 à 600 kg.

Parmi les principaux tissus, osseux, musculaires et adipeux, le premier a le développement le plus précoce et le dernier le développement le plus tardif. Ainsi, la proportion de squelette qui s'accroît très rapidement pendant la vie foetale (de 9,6 à 16,2 p.100 du PVV), décroît aussi rapidement durant la croissance postnatale (de 12,9 à 8,8 p.100 du PVV entre 150 et 600 kg) (figure 2). Le tissu musculaire, comme par ailleurs les protéines totales, représentent une proportion pratiquement constante (respectivement 47,0 et 19,0 p.100 du PVV) entre 150 et 600 kg.

L'évolution la plus marquée dans la composition des animaux est l'accroissement rapide du pourcentage de dépôts adipeux totaux (5,7 à 16,6 p.100 du PVV) et de la teneur en lipides du poids vif vide (6,0 à 18,0 p.100 du PVV). L'augmentation de cette teneur résulte en partie de l'accroissement des dépôts adipeux, mais également de l'accroissement de la teneur en lipides de tous les tissus dont le tissu musculaire et les dépôts adipeux.

L'évolution de la composition de la carcasse est très voisine de celle du corps entier. Ainsi le poids du squelette (en p.100 du poids de carcasse) décroît de 20,0 à 13,1 p.100 tandis que le poids des dépôts adipeux de la carcasse (en p.100 du poids de carcasse) s'accroît de 6,8 à 18,5 p.100. Cependant, le poids des muscles exprimé en p.100 du poids de carcasse décroît lentement de 72,3 à 67,9 p.100.

Répartition des muscles

La croissance de la musculature se fait de façon différentielle selon la localisation des muscles (figure 3). Les muscles de la partie antérieure du corps (thorax, paroi abdominale et surtout collier) ont une croissance plus rapide que celle de la musculature totale ; en revanche les muscles des membres postérieurs ont une croissance ralentie. Enfin, les muscles du dos et ceux des membres antérieurs ont une croissance voisine de celle de la musculature totale. Ainsi, les muscles les plus tendres, dont la valeur commerciale est la plus élevée, en grande partie localisés dans le dos et les membres postérieurs, représentent un pourcentage qui va en décroissant de 50,8 à 45,5 p.100 de la musculature totale entre 150 et 600 kg de poids vif vide.

Répartition des dépôts adipeux

Cet aspect de la composition corporelle des bovins ayant déjà fait l'objet d'un article de cette revue (ROBELIN, 1978), nous n'en rappellerons que les principaux points.

Pour leur plus grande partie (77 p.100) les dépôts adipeux sont localisés dans la carcasse (figure 4). Cette proportion diminue lentement au cours de la croissance au bénéfice des dépôts du cinquième quartier. Parmi l'ensemble de la masse adipeuse, ce sont les dépôts adipeux sous cutanés (gras de couverture) qui se développent le plus rapidement. C'est une des raisons pour lesquelles ces dépôts adipeux facilement appréciables visuellement sur la carcasse sont un bon reflet de l'état d'engraissement des animaux.

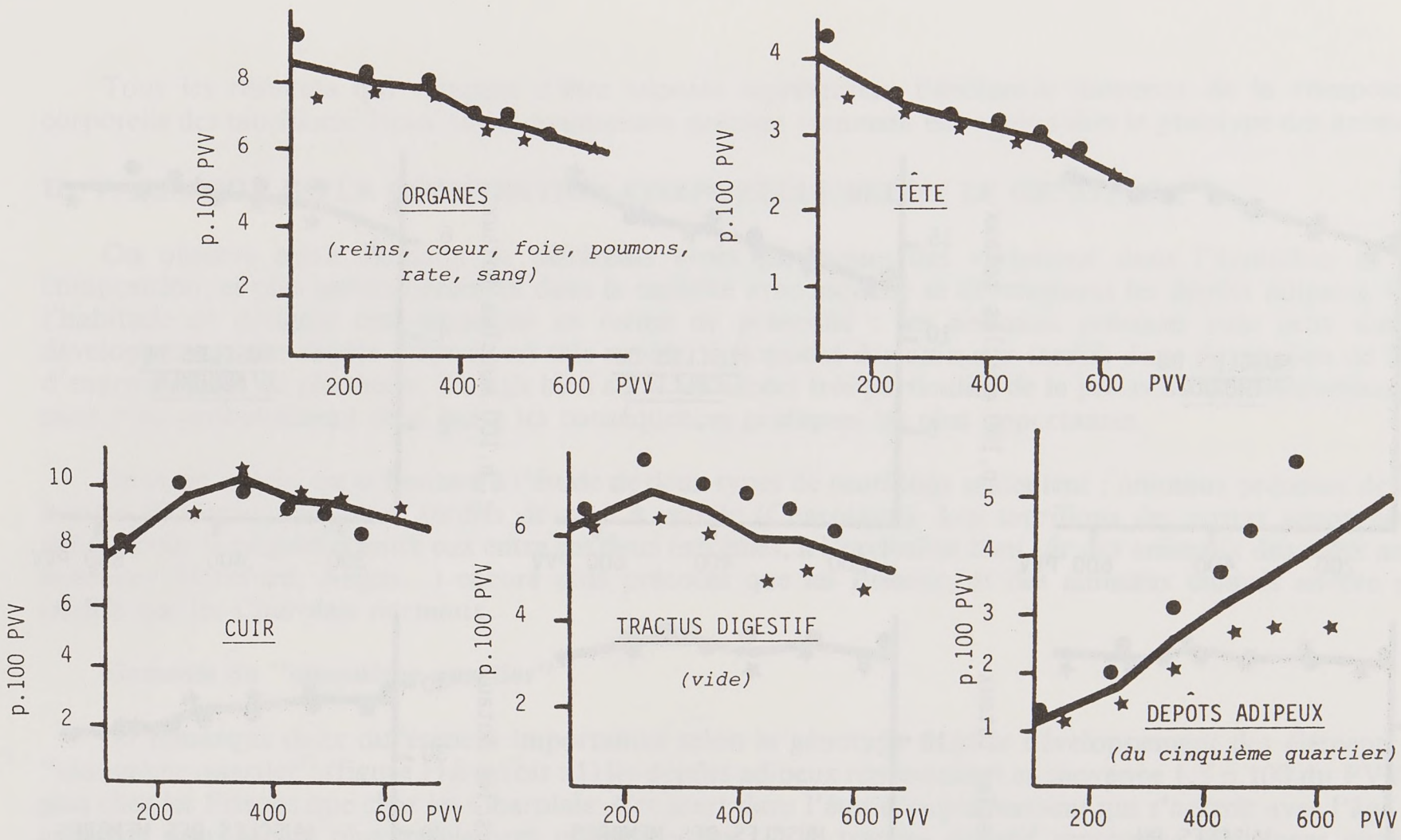


Figure 1 : EVOLUTION EN FONCTION DU POIDS VIF VIDE (PVV ; kg), DU POIDS DES PRINCIPAUX ELEMENTS DU CINQUIEME QUARTIER (en p.100 PVV) CHEZ LE TAURILLON ; VARIATIONS SELON LE GENOTYPE (Frison : ● ; Charolais : ✶).

(chaque point représente la moyenne de 6 à 27 animaux).

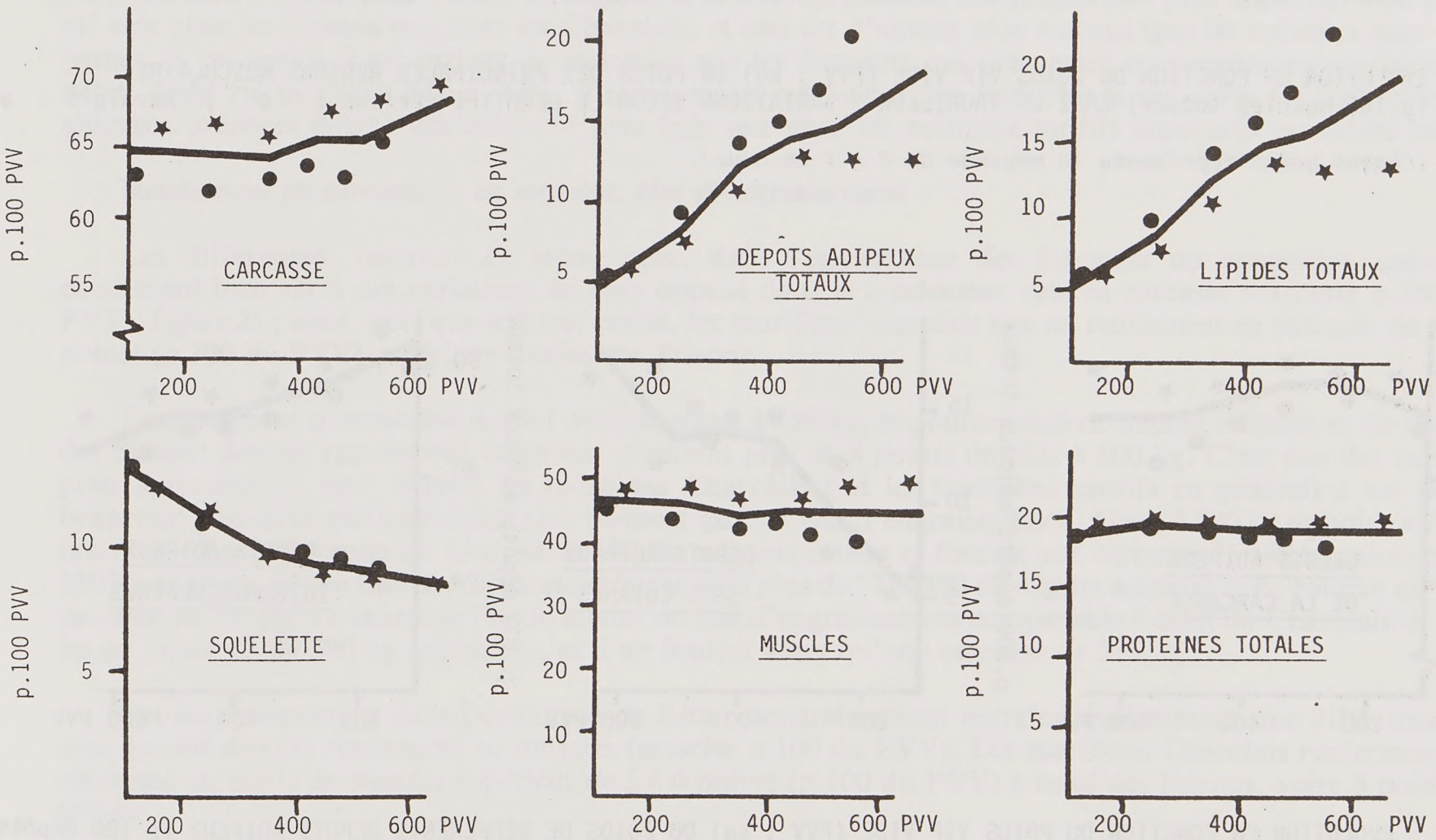


Figure 2 : EVOLUTION EN FONCTION DU POIDS VIF VIDE (PVV ; kg) DES PRINCIPAUX COMPOSANTS ANATOMIQUES ET CHIMIQUES (p.100 PVV) CHEZ LE TAURILLON ; VARIATIONS SELON LE GENOTYPE (Frison : ● ; Charolais : ✶).

(Chaque point représente la moyenne de 6 à 27 animaux).

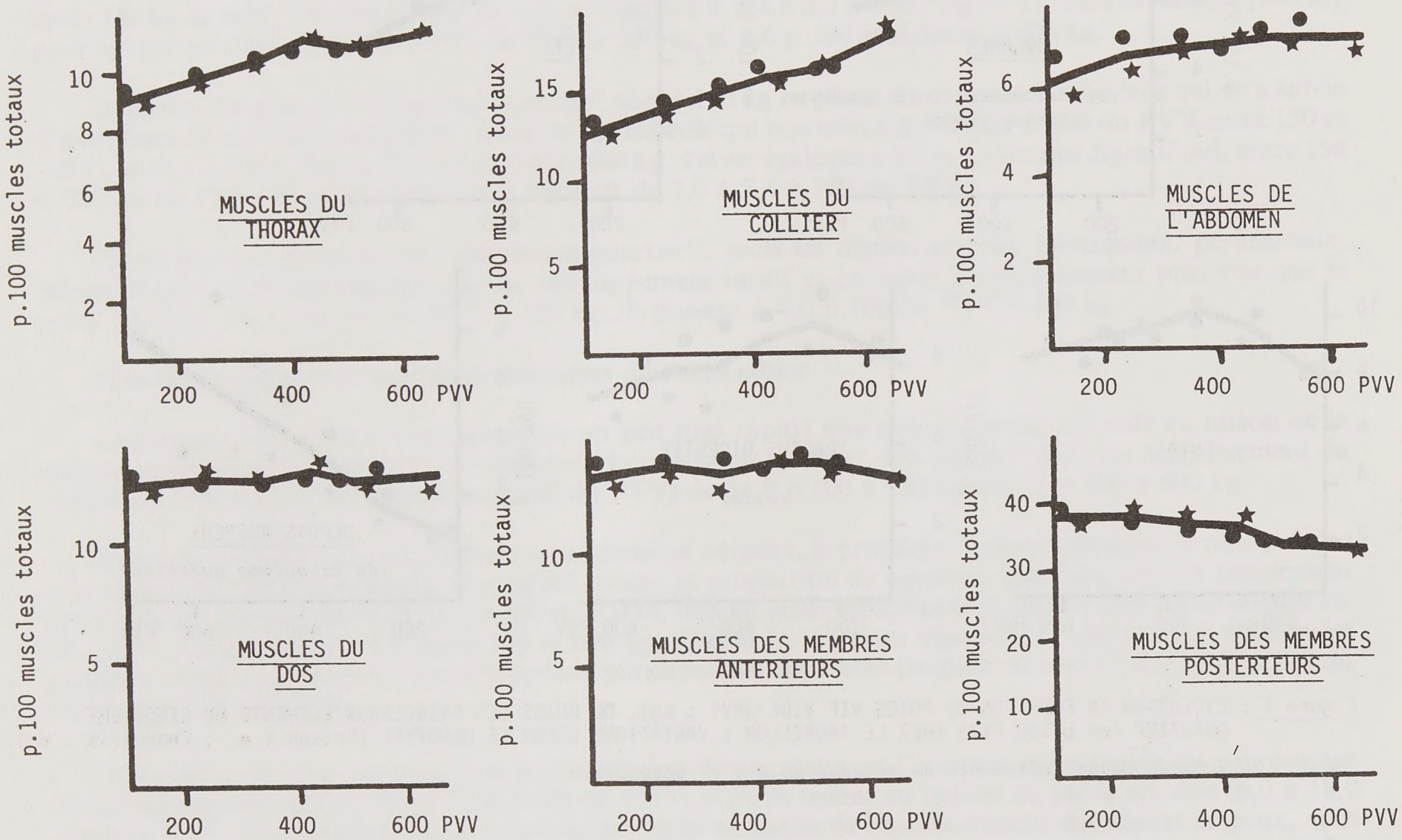


Figure 3 : EVOLUTION EN FONCTION DU POIDS VIF VIDE (PVV ; kg) DU POIDS DES PRINCIPALES REGIONS MUSCULAIRES (p.100 muscles totaux) CHEZ LE TAURILLON ; VARIATIONS SELON LE GENOTYPE (Frison : ● ; Charolais : ✶).

(Chaque point représente la moyenne de 6 à 8 animaux).

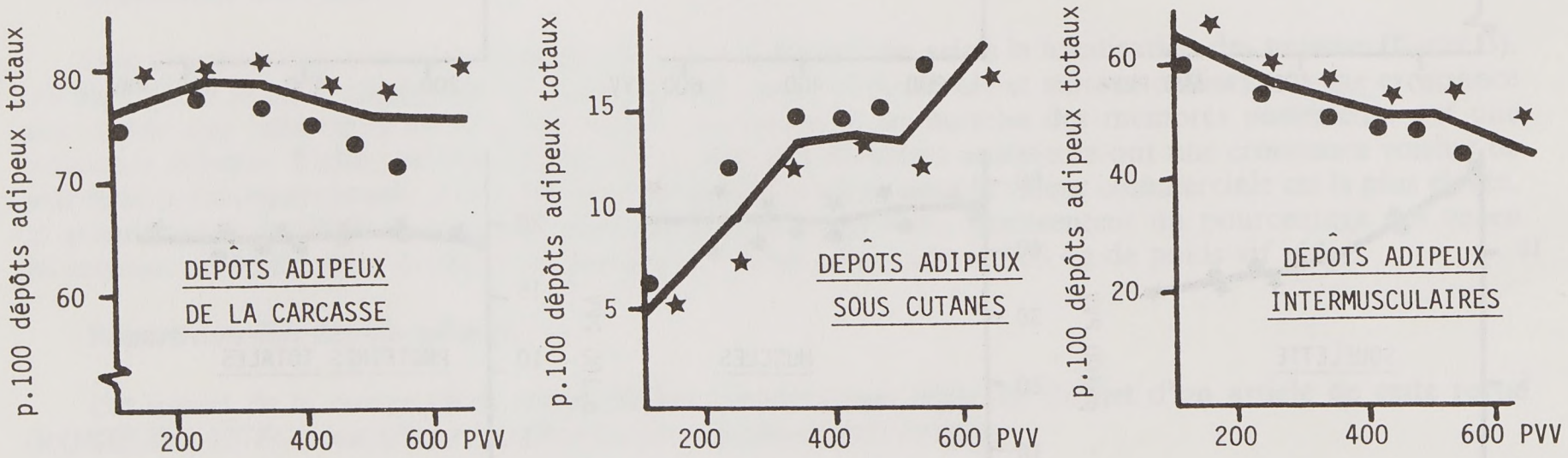


Figure 4 : EVOLUTION EN FONCTION DU POIDS VIF VIDE (PVV ; kg) DU POIDS DE DIFFERENTS DEPÔTS ADIPEUX (p.100 Dépôts adipeux totaux) CHEZ LE TAURILLON ; VARIATIONS SELON LE GENOTYPE (Frison : ● ; Charolais : ✶).

(Chaque point représente la moyenne de 6 à 27 animaux).

Tous les résultats qui viennent d'être exposés représentent l'évolution moyenne de la composition corporelle des taurillons. Nous allons maintenant préciser comment elle varie selon le génotype des animaux.

II. VARIATION DE LA COMPOSITION CORPORELLE SELON LE GENOTYPE

On observe entre animaux de différents types génétiques des variations dans l'évolution de leur composition, et plus particulièrement dans la rapidité avec laquelle se développent les dépôts adipeux. On a l'habitude de désigner ces variations en terme de précocité : les animaux précoces sont ceux dont le développement des dépôts adipeux est très rapide, à l'opposé des animaux tardifs dont l'évolution de l'état d'engraissement est plus lente. Il s'agit bien sûr d'un aspect très particulier de la précocité du développement, mais c'est probablement celui qui a les conséquences pratiques les plus importantes.

Dans cet article, on se limitera à l'étude de deux types de taurillons seulement : animaux précoces de race laitière (Frisonne), animaux tardifs de race à viande (Charolaise). Les taurillons des autres génotypes se situent pour la plupart d'entre eux entre ces deux extrêmes, à l'exclusion bien sûr des animaux des races anglo-saxonnes (Hereford, Angus...) encore plus précoces que les Frisons, et des animaux culards encore plus tardifs que les Charolais normaux.

Elements du "cinquième quartier"

On remarque deux différences importantes selon le génotype dans le développement des éléments du "cinquième quartier" (figure 1) à savoir : 1) les dépôts adipeux représentent en moyenne 1,5 p.100 du PVV de plus chez les Frisons que chez les Charolais. Cet écart dans l'état d'engraissement qui s'accroît avec l'âge des animaux sera discuté plus amplement ultérieurement. 2) le tractus digestif représente également environ 2 p.100 du PVV de plus chez les Frisons que chez les Charolais quel que soit leur poids. Cet écart est certainement en relation avec le mode d'élevage différent, c'est-à-dire avec la nature de la ration consommée avant 250 kg par ces animaux. Il est probablement lié également aux différences de capacité d'ingestion entre ces animaux (environ 20 g de matière sèche par kg de $P^{0,75}$; GEAY et ROBELIN, 1979) Les autres différences (figure 1) ont une amplitude beaucoup plus faible. Il faut remarquer cependant qu'elles sont toujours dans le même sens ; ainsi, les organes et la tête représentent une proportion plus importante du poids vif vide chez les Frisons que chez les Charolais, et ceci est d'autant plus marqué que les animaux sont plus jeunes. A cet égard, il est curieux de constater que les éléments qui présentent une croissance accélérée au début de la vie (organes vitaux, tête...) représentent une part plus importante du poids vif vide chez les animaux précoces donc théoriquement plus âgés que chez les animaux tardifs comparés au même poids.

Rendement en carcasse et en muscles, état d'engraissement

Les différences, toujours de même sens, dans l'importance des éléments du cinquième quartier, conduisent bien sûr à des variations en sens opposé dans le rendement vrai en carcasse (carcasse p.100 du PVV ; figure 2) ; ainsi, quel que soit leur poids, les taurillons charolais ont un rendement en carcasse de 4 à 5 points (p.100 du PVV) supérieur à celui des Frisons.

Pratiquement comparable à celui des Charolais à 150 kg, le pourcentage de dépôts adipeux et de lipides des Frisons devient rapidement supérieur et atteint plus de 8 points de plus à 600 kg. C'est une des raisons pour lesquelles on peut abattre les taurillons Charolais (et les taurillons tardifs en général) à un poids beaucoup plus élevé que les Frisons sans risque d'excès d'état d'engraissement. Ainsi, à 590 kg de poids vif, un taurillon Charolais renferme 13 p.100 de dépôts adipeux totaux et fournit une carcasse de 360 kg, alors qu'à 530 kg de poids vif, un taurillon Frison renferme déjà plus de 17 p.100 de dépôts adipeux et ne fournit qu'une carcasse de 295 kg. Le taurillon Frison atteint un état d'engraissement comparable à celui du Charolais de 590 kg au poids vif de 390 kg seulement, et il ne fournit alors qu'une carcasse de 215 kg.

Cet écart important dans l'évolution de l'état d'engraissement entraîne évidemment une différence de sens opposé dans le rendement en muscles (muscles p.100 du PVV). Les taurillons Charolais renferment en moyenne un poids de muscles supérieur de 5 à 6 points (p.100 du PVV) à celui des Frisons, voire 8 points à 600 kg.

Enfin, la teneur en protéines du poids vif vide des Charolais est légèrement plus élevée que celle des Frisons, de 1 à 2 points chez les animaux les plus lourds.

Répartition des muscles et des dépôts adipeux

Les différences entre génotypes dans la répartition des muscles ont une amplitude très faible. On peut remarquer cependant un développement plus accentué des muscles abdominaux chez les Frisons (figure 3), probablement lié à l'importance de leur tractus digestif.

Ces résultats confirment qu'il existe une certaine harmonie dans l'organisation de la musculature et que les différences de conformation entre animaux ne sont pas le reflet de différences dans la répartition des masses musculaires, mais plutôt celui de différences dans la composition corporelle globale (état d'engraissement en particulier) et surtout dans la forme des muscles.

Comme nous l'avons déjà signalé (ROBELIN, 1978), les taurillons Charolais renferment plus de dépôts adipeux intermusculaires (figure 4) (+ 4 à 5 p.100 des dépôts adipeux totaux) et moins de dépôts sous cutanés (-2 à 3 p.100 des dépôts adipeux totaux) que les Frisons. Cela a pour conséquence d'accroître les écarts apparents dans l'état d'engraissement de ces animaux, lorsque celui-ci est apprécié à partir du développement des dépôts de couverture sur la carcasse.

*

* *

En conclusion, la croissance des jeunes bovins au delà de 150 kg est surtout caractérisée par un développement très rapide des dépôts adipeux et des lipides, la proportion de muscles et de protéines restant pratiquement constante. Ce schéma général doit cependant être modulé selon la précocité des animaux.

Cette évolution de l'état d'engraissement et ses variations selon le génotype sont le reflet de variations de la composition du croît, et notamment de sa valeur calorifique en relation étroite avec le coût alimentaire du gain de poids.

C'est également l'état d'engraissement qui conditionne en grande partie l'âge et le poids d'abattage des animaux, dans la mesure où l'excès de gras, en liaison avec un faible rendement en muscles, entraîne une pénalisation du prix de vente de la carcasse. On peut réduire cet état d'engraissement pour un poids d'abattage fixé, en choisissant des animaux tardifs (en race pure ou en croisement), mais également en limitant les apports alimentaires des animaux les plus précoces (GEAY et al. 1976).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GEAY Y., ROBELIN J., BERANGER C., 1976. Influence du niveau alimentaire sur le gain de poids vif et la composition de la carcasse de taurillons de différentes races. *Ann. Zootech.*, **25**, 287-298.

GEAY Y., ROBELIN J., 1979. Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding : genotype-nutrition interaction. *Liv. Prod. Sci.*, **6**, 263-276.

ROBELIN J., 1978. Répartition des dépôts adipeux chez les bovins selon l'état d'engraissement, le sexe et la race. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix INRA*, **34**, 31-34.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 17-18

INFLUENCE DU MODE DE PRESENTATION DE LA LUZERNE DESHYDRATEE SUR L'UTILISATION DES MINERAUX DE LA RATION PAR L'AGNEAU

Michèle MONCAUP, M. THERIEZ* et J.-P. BARLET
avec la collaboration de R. DABERT, R. ROUX et J.-P. BRUN*

Laboratoire des Maladies Métaboliques
**Laboratoire de la Production Ovine*

Dans le cadre d'un travail réalisé au Laboratoire de la Production Ovine, visant à étudier l'influence du broyage des fourrages sur la composition du tissu adipeux externe de l'agneau, nous avons comparé le coefficient d'utilisation digestive (C.U.D.) apparente et l'excrétion urinaire des minéraux (calcium, phosphore minéral et magnésium) chez des agneaux à l'engraissement recevant de la luzerne déshydratée-condensée ou déshydratée-comprimée.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

La luzerne utilisée (3e coupe) a été récoltée le même jour, sur la même parcelle, au stade début floraison. La récolte a été déshydratée. Une partie a été ensuite condensée (broyée et passée à la presse à filière), l'autre partie a été comprimée (non broyée et passée à la presse à piston). Nous avons utilisé 2 lots de 6 agneaux mâles Limousin × Romanov en cours d'engraissement, pesant de 21 à 25 kg. Dès le sevrage (à 7 semaines) les animaux recevaient un régime à base de luzerne déshydratée-condensée (6 animaux) ou déshydratée-comprimée (6 animaux), et de concentré (maïs, soja, urée). A l'âge de 11 semaines chaque agneau était placé en cage à bilan individuelle. Après une période d'adaptation de 4 jours, les quantités ingérées, les fèces et l'urine étaient mesurées quotidiennement pendant 5 jours. Les minéraux étaient dosés dans les aliments offerts, les refus, les fèces et l'urine.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont rapportés dans le tableau 1. Nous n'avons observé aucune différence significative entre les 2 lot d'animaux recevant la luzerne déshydratée sous forme condensée ou sous forme comprimée, aussi bien en ce qui concerne le C.U.D. apparente que l'excrétion urinaire du calcium, du phosphore minéral et du magnésium.

Il faut rappeler que la déshydratation diminue généralement de 10 p.100 le C.U.D. du calcium et du phosphore (BARLET, 1976), et la rétention de ces minéraux par l'agneau, en particulier lorsque les fuels utilisés dans les déshydrateuses sont riches en soufre (BARLET, 1977). La diminution de la rétention provient d'ailleurs en partie d'une augmentation de l'excrétion urinaire du calcium et du phosphore sous l'influence des sulfates (GUEGUEN et BESANÇON, 1972).

En conclusion, si, chez l'agneau, la déshydratation du fourrage ne favorise pas la rétention du calcium et du phosphore, en revanche, le mode de présentation du fourrage déshydraté ne semble pas avoir de conséquences importantes sur le métabolisme minéral.

Tableau I

Coefficient d'Utilisation Digestive (C.U.D.) et excrétion urinaire du calcium (Ca), du phosphore minéral (PO_4) et du magnésium (Mg) chez 2 lots de 6 agneaux recevant de la luzerne déshydratée condensée ou comprimée (moyenne ± erreur type)

	LUZERNE DESHYDRATEE					
	CONDENSEE			COMPRIMEE		
	Ca	PO_4	Mg	Ca	PO_4	Mg
Ingéré (g/j)	11 ± 1	2,0 ± 0,1	1,7 ± 0,1	12 ± 1	2,0 ± 0,1	1,9 ± 0,1
C.U.D. (p.100)	28 ± 5	39 ± 3	56 ± 3	26 ± 5	42 ± 2	59 ± 2
Excrétion urinaire (mg/j)	6 ± 1	73 ± 8	483 ± 36	6 ± 1	67 ± 6	542 ± 61

Le C.U.D. est calculé selon la formule $C.U.D.(p.100) = \frac{\text{Ingéré - Excrétion fécale}}{\text{Ingéré}} \times 100$.

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être réalisé grâce à une subvention de l'I.T.O.V.I.C.-M. DUBOIS (C.E.T.A. Ovin de l'Aube) et la Coopérative de déshydratation d'Arcy sur Aube ont mis à notre disposition la luzerne utilisée dans cette expérimentation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARLET J.P. 1976. Influence du mode de conservation des fourrages sur le métabolisme phosphocalcique de l'agneau. *Comptes rendus des journées de la Recherche Ovine* I.N.R.A.-I.T.O.V.I.C., *254-262.*

BARLET J.P., 1977. Influence de la teneur en soufre du fuel utilisé dans les déshydrateuses sur le métabolisme calcique de l'agneau recevant le fourrage ainsi séché. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.*, **28**, 17-18.

GUEGUEN L. et BESANÇON P., 1972. Influence des sulfates sur le métabolisme phosphocalcique. I. Utilisation du sulfate de calcium par le mouton. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophs.*, **12**, 589-598.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 19-24

INFLUENCE DE L'APPORT D'ALIMENTS TANNES DE BONNE QUALITE SUR LES PERFORMANCES DES VEAUX FEMELLES D'ELEVAGE DE LA NAISSANCE A 3 MOIS

J.L. TROCCON et M. JOURNET

Laboratoire de la Production laitière

La réussite du sevrage des veaux d'élevage dépend beaucoup du niveau d'ingestion et de la qualité de l'aliment concentré. Sa valeur azotée peut être améliorée par le traitement au formol des protéines qui réduit leur dégradation dans le rumen et accroît ainsi la quantité de protéines digérées dans l'intestin. Le traitement a eu pour effet d'accroître la quantité ingérée d'aliment concentré et le gain de poids vif des veaux en particulier lorsque la totalité des protéines (céréales et tourteaux) est traitée et que les veaux sont sevrés précocement (FAICHNEY et al., 1972-1973).

Il nous a donc paru intéressant, compte tenu des résultats acquis sur les vaches laitières (VERITE et al., 1977), d'étudier l'influence de la distribution d'aliments formolés à différents taux de matières azotées sur les performances des veaux d'élevage. Nos objectifs ont été soit d'accroître l'apport de PDI, soit de le maintenir en réalisant une économie de tourteaux tout en utilisant des sources protéiques de qualité bien équilibrées en acides aminés (tourteaux de soja et de colza, lactosérum).

CONDITIONS EXPERIMENTALES

Au cours des 2 essais consécutifs, 3 aliments concentrés ont été distribués à volonté à des veaux femelles d'élevage (tableau 1) :

- un premier aliment « non tanné » dont les constituants n'ont subi aucun traitement au formol,
- un second aliment « tanné niveau azoté haut » ayant subi un traitement au formol,
- un troisième aliment « tanné niveau azoté bas » ayant subi un traitement au formol.

Les objectifs retenus pour la fabrication des aliments avaient été les suivants :

1) L'aliment «tanné niveau azoté haut » a une teneur en matières azotées totales identique à l'aliment « non tanné » et, en conséquence, une valeur PDI (PDIE) supérieure.

2) L'aliment «tanné niveau azoté bas » a une teneur en matières azotées totales plus faible mais une valeur PDIE identique à l'aliment « non tanné » (en fait elle a été plus faible dans l'essai I).

3) De l'urée a été ajoutée aux aliments tannée (0,5 %) pour éviter un déficit en azote fermentescible. Cet apport a été insuffisant dans les aliments « tannés niveau azoté bas » pour obtenir l'équilibre PDIN = PDIE et ces aliments ont donc les valeurs PDI (PDIN) les plus faibles comparativement aux autres aliments. La différence PDIE-PDIN a atteint 11 g/UFL.

Les valeur azotées (MAT, PDI) sont rapportées dans le tableau 1.

Les taux de traitement au formol ont été (p.100 de la matière sèche) de 0,1 pour le maïs-grain, l'orge et le lactosérum, de 0,3 pour le tourteau de soja et de 0,4 pour le tourteau de colza. La céréale utilisée a été le maïs grain dans l'essai 1 et l'orge dans l'essai 2.

Tableau 1 : COMPOSITION DES ALIMENTS CONCENTRES

ESSAI	I (céréale = maïs grain)			II (céréale = orge)		
Aliment	non tanné	tanné niveau azoté haut	tanné niveau azoté bas	non tanné	tanné niveau azoté haut	tanné niveau azoté bas
Constituants (p. 100)						
. céréale normale	73	-	-	80	-	-
. céréale tannée	-	67,5	81	-	77,5	90,5
. tourteau de soja colza 50-50 normal	18	-	-	11	-	-
. tourteau de soja colza 50-50 traité	-	13	4,5	-	13	-
. lactosérum tanné	-	10	5	-	-	-
. urée	-	0,5	0,5	-	0,5	0,5
. mélasse	5	5	5	5	5	5
. complément minéral vitaminé	4	4	4	4	4	4
Composition azotée (g/kg MS)						
. matières azotées totales	164	184	140	194	194	145
. matières azotées solubles	48	55	45	81	41	39
. PDIN	115	129	98	131	140	103
. PDIE	120	128	109	118	142	115

Tableau 2 : PLANS DE RATIONNEMENT DU LAIT DE REMPLACEMENT (kg/j) (1)

	AGE										
	JOURS		SEMAINES								
Sevrage	1- 3	4-7	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 semaines	COLOSTRUM	3	4	5	5	3,5	2,0	0	0	0	0
7 semaines		3	4	5	5	5	3,5	2	0	0	0
9 semaines		3	4	5	6	6	6	6	3,5	2	0

(1) Concentration unique de 220 g d'aliment d'allaitement par kg de lait de remplacement

1 repas par jour sauf le dimanche à partir du 2e dimanche de vie

200 veaux femelles issus des troupeaux expérimentaux INRA de Theix, Orcival et Marcenat ont été utilisés et mis en lot au fur et à mesure des naissances en tenant compte du génotype (HF × FFPN, HF, FFPN, MO). Tous les veaux étaient maintenus sur aire paillée en stabulation libre ouverte sur une aire de parcours (Theix), en stabulation libre fermée (Orcival) ou en stabulation entravée (Marcenat).

Les veaux ont reçu le colostrum maternel pendant 2 jours (Theix) ou 4 jours (Orcival et Marcenat). Le lait de remplacement a été offert individuellement jusqu'à l'âge de 6 (Theix pour une moitié des veaux), 7 (Orcival et Marcenat) ou 9 semaines (Theix pour l'autre moitié des veaux) en 6 repas par semaine à partir de la 2ème semaine de vie du veau. Le lait de remplacement a été préparé à partir d'un même formule commerciale de type « veau de boucherie démarrage » à une concentration de 220 g d'aliment d'allaitement par kg et distribué selon les plans présentés dans le tableau 2.

Les aliments concentrés, apportant des minéraux (éléments majeurs et oligoéléments) et des vitamines A D E, présentés sous la forme de granulés de 5 mm de diamètre ont été offerts à volonté de la 2e semaine à 3 mois d'âge en libre service à l'auge (Theix et Orcival) ou individuellement au seau (Marcenat).

Les fourrages offerts à volonté dès la 2e semaine d'âge étaient des ensilages de maîs-urée-minéraux (Theix) ou d'herbe (Orcival) offerts en libre service dans une auge commune ou du foin (Marcenat) offert individuellement dans un filet. Les veaux ont toujours disposé d'eau propre à volonté à des abreuvoirs chauffants (Theix et Orcival) ou au seau (Marcenat).

Les quantités ingérées d'aliment d'allaitement, d'aliment concentré et de fourrage ont été mesurées chaque jour et les veaux pesés chaque semaine. Des veaux élevés à Theix et sevrés à 6 semaines ont subi des prélèvements sanguins en vue du dosage du glucose et de l'urée sanguins.

RESULTATS

Quantités ingérées d'aliments solides

Dans l'essai 1 (tableau 3) l'aliment «tanné niveau haut » a été dans l'ensemble le mieux consommé. L'aliment « tanné niveau bas » a été le moins bien consommé à Theix surtout et à Orcival, alors que l'aliment « non tanné » était très mal consommé à Marcenat.

Dans l'essai 2 (tableau 4), les quantités ingérées de chacun des 3 aliments concentrés ne sont pas différentes de la naissance à 3 mois. Cependant, l'aliment « tanné niveau bas » a été mal consommé avant le sevrage par les veaux de Marcenat.

Les quantités ingérées de fourrage ne diffèrent pas selon l'aliment concentré et sont faibles car les aliments concentrés étaient offerts à volonté.

Gain de poids vif

Dans l'essai 1, les gains de poids vif des veaux de la naissance au sevrage ne sont pas différents selon l'aliment concentré sauf à Theix où parmi les veaux sevrés à 9 semaines, ceux ayant reçu l'aliment «tanné niveau haut » ont un gain de poids vif supérieur à ceux ayant reçu l'aliment « tanné niveau bas » ($P < 0,05$, tableau 3).

Du sevrage à 3 mois, l'aliment « tanné niveau haut » a permis les gains de poids vif les plus élevés à Theix et Orcival, mais à Marcenat aucune différence n'apparait entre les 3 aliments. L'aliment « tanné niveau bas » a permis les gains de poids vif les plus faibles à Theix et à Orcival et l'aliment non tanné a donné des résultats intermédiaires (tableau 3). De la naissance à 3 mois, les gains de poids vif ont varié dans le même sens que les gains du sevrage à 3 mois.

Dans l'essai 2 (tableau 4) les gains de poids vif des veaux ne sont pas différents selon l'aliment concentré distribué à Theix, à Orcival et à Marcenat et selon la période d'âge considérée.

Tableau 3 : INFLUENCE DE L'APPORT D'ALIMENTS TANNES DE BONNE QUALITE SUR LES PERFORMANCES DES VEAUX D'ELEVAGE DE LA NAISSANCE A 3 MOIS (ESSAI I)

LOCALITE	THEIX						ORCIVAL			MARCENAT		
Aliment	non tanné		tanné niveau azoté haut		tanné niveau azoté bas		non tanné	tanné haut	tanné bas	non tanné	tanné haut	tanné bas
Nombre de veaux	6	7	7	7	6	6	12	12	12	7	7	10
Age au sevrage (jours)	45,7	58,9	46,0	59,0	46,7	62,8	52,8	51,7	52,6	50,9	49,9	51,3
Poids vif (kg)												
. à la naissance	39,0	37,9	40,1	36,1	38,3	34,7	40,8	38,2	40,6	36,0	38,0	36,4
. au sevrage	65,8	77,0	67,2	77,5	65,9	74,6	74,1	71,6	71,9	69,6	74,6	71,5
. à 3 mois	98,4 α	105,1 abα	110,8 β	110,0 aα	97,5 α	95,7 bβ	114,3	113,2	104,4	98,3	104,8	101,4
Gain de poids vif (g/j)												
. naissance sevrage	588	666 αβ	588	700 α	591	634 β	633	650	594	675	748	702
. sevrage 3 mois	717 A	876 Aα	961 B	1020 Aβ	712 A	755 β γ	1052 α	1053 α	858 β	693	716	731
. naissance 3 mois	653 ABa	738 ABα	777 Ab	811 Aβ	651 Ba	671 Bα	807 abα	824 aα	701 bβ	684	734	714
Quantités ingérées (kg MS)												
. aliment d'allait. (kg)	34,0	50,7	33,9	49,9	32,7	50,4	36,2	35,1	36,6	35,2	36,0	35,4
. aliment concentré												
naiss-sevrage	-		-		-		-	-	-	4,8 a	10,3 b	10,4 b
sevrage 3 mois	-		-		-		-	-	-	67,5 a	851 bc	76,6 ac
naiss-3 mois	90,1		109,1		80,7		114,3	114,9	109,4	72,3 a	95,4 b	87,0 b
. ensilage maïs urée	9,0		12,8		10,0		-	-	-	-	-	-
. ensilage d'herbe	-		-		-		14,2	14,1	9,1	-	-	-
. foin	-		-		-		-	-	-	11,9	10,5	9,7

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes : $P < 0,001$ (lettres majuscules)

$P < 0,01$ (lettres minuscules) et $P < 0,05$ (lettres grecques)

Tableau 4 : INFLUENCE DE L'APPORT D'ALIMENT TANNES DE BONNE QUALITE SUR LES PERFORMANCES DES VEAUX D'ELEVAGE DE LA NAISSANCE A 3 MOIS

(ESSAI II)

LOCALITE	THEIX						ORCIVAL			MARCENAT		
Aliment	non tanné		tanné niveau azoté haut		tanné niveau azoté bas		non tanné	tanné haut	tanné bas	non tanné	tanné haut	tanné bas
Nombre de veaux	7	7	6	6	8	8	12	12	12	7	7	9
Age au sevrage (jours)	45,8	65,6	43,7	64,5	42,9	63,6	57,2	56,3	54,7	56,0	56,0	56,0
Poids vif (kg)												
. à la naissance	40,4 α	37,7 a	34,8 β	32,0 b	37,0 αβ	35,6 ab	38,8	38,3	40,3	38,6	40,6	37,0
. au sevrage	67,1	79,0	61,3	75,3	61,1	78,4	78,2	76,0	76,5	74,4	76,7	68,6
. à 3 mois	98,4	98,4	95,3	96,4	94,6	98,5	113,4	109,2	111,6	103,4	104,9	95,2
Gain de poids vif (g/j)												
. naissance-sevrage	556	629	684	674	565	673	689	669	667	639	646	564
. sevrage-3 mois	759	757	724	796	699	733	1037	972	961	827	859	762
. naissance-3 mois	636	666	664	708	633	691	820	779	783	712	728	640
Quantités ingérées (kg MS)												
. aliment d'allait. (kg)	32,0	55,1	30,1	54,1	30,6	53,7	40,6	39,8	38,6	40,2	39,8	40,1
. aliment concentré												
naiss-sevrage	-		-		-		-	-	-	9,7 αβ	11,1 α	6,2 β
sevrage-3 mois	-		-		-		-	-	-	67,1	71,6	62,5
naiss-3 mois	93,3		86,2		97,1		105,7	103,6	109,3	76,8	80,7	68,6
. ensilage maïs-urée	5,7		5,4		5,1		-	-	-	-	-	-
. ensilage d'herbe	-		-		-		11,5	7,6	11,6	-	-	-
. foin	-		-		-		-	-	-	9,4	8,5	9,0

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes : $P < 0,01$ (lettres minuscules)

et $P < 0,05$ (lettres grecques)

Paramètres sanguins

Dans les essais 1 et 2, les glycémies des veaux après le sevrage (10 semaines d'âge) ne sont pas différentes selon l'aliment concentré consommé.

Par contre, des variations importantes de l'urémie sont observées. Les urémies sont dans l'ensemble plus faibles dans l'essai 1 que dans l'essai 2. Malgré l'addition d'urée aux aliments tannés, le traitement au formol des protéines a entraîné une diminution de l'urémie des veaux, laquelle est particulièrement faible avec les aliments « tannés niveau bas ». L'urémie faible avec ces derniers aliments a correspondu à la fois à une valeur PDI faible et à un écart PDIE-PDIN important.

CONCLUSION

D'après ces 2 essais, une teneur de 115 à 120 g de PDI par kg de matière sèche d'aliment concentré paraît suffisante pour des veaux d'élevage de la naissance à 3 mois. Des teneurs en PDI inférieures à 100 (lot « tanné niveau bas » de l'essai 1) ont provoqué des diminutions appréciables des quantités ingérées et du gain de poids vif. Il est possible qu'elles soient dues en partie à un apport insuffisant d'azote fermentescible correspondant à la différence PDIE-PDIN trop élevée comme semble l'indiquer la très faible urémie.

Les résultats obtenus semblent avoir été différents selon la céréale utilisée et meilleurs avec l'orge qu'avec le maïs. L'amidon d'orge facilement attaquable par les microorganismes du rumen a, notamment avec l'aliment « tanné niveau bas », pu permettre une synthèse plus importante de protéines microbiennes bien équilibrées en acides aminés.

Le tannage de la totalité des protéines des aliments concentrés qui avaient déjà une teneur élevée en matières azotées (supérieure à 18 % de la matière sèche, 17 % sans l'urée) n'a pas permis d'améliorer le gain de poids vif des veaux. En revanche, le tannage de l'orge (14,4 % de MAT/MS) constituant l'apport essentiel de protéines (aliment « tanné niveau bas » de l'essai 2) a permis des performances aussi élevées que les 2 autres aliments « non tanné » et « tanné niveau haut » qui comportaient respectivement 11 et 13 % de tourteau de soja et de colza dans le rapport 1/1.

Tableau 5 : PARAMETRES SANGUINS (*mesurés à 10 semaines d'âge*) CHEZ LES VEAUX SEVRES A 6 SEMAINES (*prélèvements réalisés à Theix*)

ESSAI	I			II		
ALIMENT	non tanné	tanné niveau azoté haut	tanné niveau azoté bas	non tanné	tanné niveau azoté haut	tanné niveau azoté bas
Nombre de veaux	6	6	6	5	5	4
Gain de poids vif (g/j) sevrage-3 mois	717	961	712	728	683	631
Glycémie (mg/100 ml)	66,2	74,9	68,0	68,3	67,1	66,1
Urémie (mg/100 ml)	12,1 *a*	13,4 *a*	7,9 *b*	20,8 *Aα*	16,4 *Aβ*	11,0 *Bγ*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FAICHNEY G.J. and DAVIES H.L., 1973. The performance of calves given concentrate diets treated with formaldehyde. *Aust. J. agric. Res.*, **24**, 613-621.

FAICHNEY G.J. and DAVIES H.L., 1972. The effect of formaldehyde treatment of peanut meal in concentrate diets on the performance of calves. *Aust. J. agric. Res.*, **23**, 167-175.

VERITE R., PONCET C., CHABI S. et PION R., 1977. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières. I. Aspects digestifs. *Ann. Zootech.*, **26**, (2), 167-181.

VERITE R. et JOURNET M., 1977. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières. II.- Effects sur la production laitière du traitement des tourteaux et du niveau d'apport azoté au début de la lactation. *Ann. Zootech.*, **26** (2), 183-205.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 27-34

INFLUENCE DE LA NATURE DES LIPIDES TISSULAIRES SUR LA QUALITE DES CARCASSES ET DES VIANDES DES RUMINANTS

B. AUROUSSEAU

Laboratoire d'Etude du Métabolisme Energétique

INTRODUCTION

En matière de production de viande, l'objectif poursuivi de l'accroissement de production de masses musculaires s'accompagne inévitablement d'un développement accru des tissus adipeux individualisés et d'une augmentation de l'infiltration de lipides dans les fibres musculaires (dépôts adipeux intramusculaires). La répartition de ces dépôts adipeux dans l'organisme et l'intensité de leur accumulation varient avec le type génétique, l'âge, le sexe et le mode de conduite des animaux (Cf. C. BERANGER, J. ROBELIN, 1977 ; R. JARRIGE, 1978 ; J. ROBELIN, 1978). Les proportions des tissus adipeux dans les carcasses augmentent en particulier avec l'âge des animaux et l'intensité de leur alimentation. Ces aspects quantitatifs de la composition des carcasses sont des critères importants pour en déterminer la valeur commerciale.

Parallèlement à l'accumulation de dépôts adipeux dans la carcasse des animaux, la nature des lipides qui les composent peut être l'objet de variations notables. Ces aspects qualitatifs de l'évolution des lipides tissulaires sont contrôlés par l'ensemble des facteurs déjà mentionnés ci-dessus dans le cas des aspects quantitatifs. Ils constituent un second volet de critères utilisés parfois pour la détermination de la valeur des carcasses lors de leur commercialisation. Ils occupent, en effet, une place privilégiée parmi les facteurs de qualités organoleptiques des viandes et régissent également les possibilités d'utiliser les dépôts adipeux en charcuterie.

Les connaissances relatives au développement quantitatif des tissus adipeux ont été l'objet, d'une part de travaux bien structurés, en particulier au Laboratoire de la Production de Viande, à Theix, et, d'autre part, de mises au point récentes. Nous n'en traiterons pas ici les aspects les mieux connus pour nous contenter de traiter de l'accumulation des lipides intramusculaires conjointement avec l'ensemble des phénomènes qualitatifs. Nous présenterons simplement et définirons, en premier lieu, les différents types de lipides entrant dans la composition des tissus et nous montrerons les aspects les plus généraux de leur évolution. Nous nous attacherons, ensuite, à faire le point sur les divers aspects de la liaison entre les caractéristiques qualitatives des lipides tissulaires et la qualité des carcasses et des viandes. Nous nous intéresserons plus particulièrement ici au cas des animaux ruminants et nous n'utiliserons des données obtenues chez les animaux monogastriques que pour comparaison.

I - LES LIPIDES TISSULAIRES

Dans l'organisme, les lipides tissulaires assurent deux fonctions principales et peuvent donc être classés en deux groupes : les lipides de constitution et les lipides de réserve. Les phospholipides sont les élements majeurs du premier groupe et les triglycérides les éléments majeurs du second groupe. Nous rappellerons brièvement les principaux aspects de leurs variations quantitatives et qualitatives sans chercher à être exhaustifs.

TABLEAU N° 1 : INFLUENCE DE L'AGE SUR LA TENEUR EN PHOSPHOLIPIDES OU EN LIPIDES NEUTRES DES MUSCLES (LONGISSIMUS DORSI) DES TAURILLONS EN CROISSANCE

(LINK et al, 1970)

Age (j)	360	420	480	540	600	660
Phospholipides (mg/g)	5,3	5,4	5,2	5,5	5,2	5,4
Lipides neutres (mg/g)	25,6	77,3	126,5	63,8	128,0	152,3

TABLEAU N° 2 : INFLUENCE DE LA LOCALISATION DANS LA CARCASSE SUR LA TENEUR EN PHOSPHOLIPIDES OU EN LIPIDES NEUTRES DES MUSCLES DE TAURILLONS (CAMPBELL et HARRILL, 1971) OU DE MOUTONS EN CROISSANCE (LAZARUS, 1977)

	BOVINS		OVINS	
	Phospholipides (mg/g)	Lipides neutres (mg/g)	Phospholipides (mg/g)	Lipides neutres (mg/g)
Gastrocnemien	6,55	30,2	-	-
Semitendineux	5,83	47,0	6,4	29,7
Long Dorsal	5,86	78,1	5,2	49,8

TABLEAU N° 3 : PRINCIPAUX ACIDES GRAS DES PHOSPHOLIPIDES MUSCULAIRES (LONG DORSAL) DU PORC, DES BOVINS OU DES OVINS (p. 100 AG totaux)

	PORC	BOVINS		OVINS	
	1	(2)	(3)	(4)	(5)
C16	20,0	16,0	22,6	16,3	14,9
C18	16,6	10,5	7,8	13,4	10,4
C18:1	10,6	20,6	24,4	31,4	19,5
C18:2	38,8	27,3	23,0	21,4	18,8
C20:4	14,2	10,0	12,5	10,8	13,0

(1) ALLEN, BRAY, CASSENS (1967) ; (2) COOK et al (1972) ; (3) O'KEEFE et al (1968) ;
(4) MILLER et RICE (1968) ; (5) LAZARUS, DENG et WATSON (1977)

TABLEAU N° 4 : INFLUENCE DE LEUR LOCALISATION DANS LA CARCASSE SUR LES CARACTERISTIQUES DE TISSUS ADIPEUX DE TAURILLONS AGES DE 16 MOIS

(ROBELIN et al, 1975)

	Type de dépôts adipeux		
	Interne	Intermusculaire	Sous-cutané
Matière sèche (%)	84,6 ± 2,8	68,3 ± 3,0	75,8 ± 3,6
Matière grasse (%)	78,1 ± 2,0	57,1 ± 1,9	63,6 ± 2,1
Energie (kcal/g)	7,65 ± 0,06	5,99 ± 0,08	6,59 ± 0,08
Teneur en acides gras saturés (%)	59,2	52,6	46,2
Teneur en acides gras insaturés (%)	37,6	44,6	49,8

a) Les lipides de constitution (ou lipides de structure)

La majeure partie de ces lipides est constituée par les différents types de phospholipides, notamment les lécithines. Ils font partie intégrante des structures cellulaires (notamment des membranes cytoplasmiques qui entourent ces cellules) au même titre que les protéines. Il n'est donc pas étonnant qu'ils soient présents dans les tissus musculaires en quantités assez peu variables. Leur teneur oscille, ainsi, entre 5,0 et 6,5 mg par g de tissu musculaire frais chez les ruminants. Elle est pratiquement indépendante de l'âge des animaux (tableau 1) ou du muscle considéré (tableau 2), bien que des variations assez sensibles puissent intervenir d'un muscle à l'autre.

Les phospholipides se caractérisent par ailleurs par leur richesse en acides gras polyinsaturés essentiels et, en particulier, en acide linoléïque (C18 : 2) et en acide arachidonique (C2O:4). Leur composition, comme l'illustre le tableau 3 dans le cas des phospholipides musculaires, varie avec l'espèce animale considérée. Elle varie également avec l'âge des animaux, mais le phénomène n'a pas été décrit de façon systématique.

On ne connaît, ainsi, qu'imparfaitement le déterminisme de l'évolution de cette composition et, en particulier, on ne peut expliquer certaines variations importantes relevées entre différents auteurs (tableau 3). Or, on sait que les modifications de la composition en acides gras des phospholipides tissulaires ou les modifications des proportions des différents types de phospholipides qui les composent présentent des implications importantes pour le développement et les caractéristiques finales des tissus. Elles peuvent, en particulier, moduler l'état ou la nature des réserves tissulaires en lipides ou en glucides, ou modifier la perméabilité des tissus et leur aptitude à capter ou à libérer acides gras, oses ou acides aminés. Malheureusement, ces informations ont été obtenues *in vitro* sur des cultures de tissus. On connaît beaucoup moins bien les aspects appliqués de ces phénomènes chez l'animal vivant, dans un contexte où de nombreux mécanismes régulatoires synergiques ou antagonistes peuvent contribuer à adapter le métabolisme des tissus aux conditions dans lesquelles ils sont placés.

Outre les phospholipides, les lipides de constitution des tissus comportent également des esters de cholestérol et du cholestérol libre en quantités assez faibles (0,38 à 0,84 mg par g de tissu musculaire frais, chez de jeunes bouvillons). L'importance de ces composés ne peut être négligée car les variations de leurs teneurs dans les membranes sont également susceptibles de modifier le métabolisme des tissus et donc potentiellement leur développement ou leurs caractéristiques finales (composition, métabolisme).

Enfin, nous citerons également l'intervention des vitamines liposolubles. Ainsi, l'enrichissement des membranes en vitamine A en diminue l'épaisseur, en accroît la résistance et en améliore la perméabilité, tandis que l'accroissement de leur teneur en vitamine E favorise la rétention et l'intégrité des acides gras polyinsaturés.

b) Les lipides de réserve (lipides neutres)

Au cours du développement des animaux, des quantités croissantes de lipides de réserve s'accumulent dans leurs carcasses. Le stockage de ces réserves lipidiques s'effectue de façon préférentielle au niveau des vacuoles lipidiques de cellules spécialisées, les adipocytes, organisées en tissus de caractéristiques assez différentes selon leur localisation dans l'organisme (tableau 4) : tissus adipeux internes, intermusculaires ou sous-cutanés en particulier. Toutefois, comme les tissus adipeux, les tissus musculaires s'enrichissent progressivement, au cours de la croissance des animaux, en lipides de réserve (tableau 1), en quantités variables selon le muscle considéré, à l'intérieur d'une même carcasse (tableau 2), la teneur en lipides des fibres musculaires restant relativement faible.

Ces lipides de réserve sont essentiellement des triglycérides (molécules de glycérol dont les trois fonctions alcool sont estérifiées par des acides gras). Les acides gras qui les composent peuvent être principalement saturés, monoinsaturés ou polyinsaturés : les premiers sont solides à température ambiante, les seconds et les derniers sont liquides à cette température. Les acides gras transmettent leurs propriétés physiques aux triglycérides auxquels ils sont incorporés et nous pouvons illustrer ce fait en rappelant, par exemple, que les margarines classiques riches en acides gras saturés sont solides à température ambiante tandis que les huiles de table, riches en acides gras insaturés sont liquides à cette température.

TABLEAU N° 5 : PRINCIPAUX ACIDES GRAS DES LIPIDES DES DEPOTS ADIPEUX SOUS-CUTANES OU INTRA-MUSCULAIRES DU RUMINANT, COMPARES A CEUX DES PORCS (p.100 A.G. totaux)

	Dépôt adipeux sous-cutanés			Lipides intramusclaires		
	Porcins (1)	Bovins (2)	Ovins (3)	Porcins (1)	Bovins (2)	Ovins (3)
C14:0	1,1	3,3	3,9	0,6	3,0	4,8
C16:0	24,4	26,0	25,1	23,0	31,6	24,7
C16:1	6,1	9,4	2,4	4,9	4,3	3,2
C18:0	6,6	8,2	15,1	5,2	18,9	15,3
C18:1	46,6	44,7	43,0	52,4	36,6	43,3
C18:2	13,7	2,1	4,7	12,5	1,2	4,4
C18:3	-	1,1	1,0	-	0,9	1,0
Saturés	32,1	37,5	46,6	28,8	53,5	46,6

(1) KOCH et al (1968) ; (2) LEAT (1977) ; (3) DEVIER et PFANDER (1974)

TABLEAU N° 6 : INFLUENCE DE RATIONS RICHES EN CONCENTRES SUR LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DES LIPIDES DE RESERVE DU RUMINANT

	Dépôts adipeux sous-cutanés				Dépôts adipeux intramusculaires			
	Bovins (1)		Ovins (2)		Bovins (1)		Ovins (2)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
C14:0	3,3	3,4	4,4	4,1	3,0	3,9	2,9	3,1
C14:1	3,1	2,4	-	-	1,1	1,2	-	-
C16:0	26,0	23,9	30,4	31,7	31,6	27,6	24,5	25,1
C16:1	9,4	10,6	2,9	2,9	4,3	4,9	3,2	3,5
C18:0	8,2	6,9	20,5	17,3	18,9	13,5	17,6	14,3
C18:1	44,7	48,5	36,5	38,2	36,6	44,1	47,0	49,0
C18:2	2,1	1,5	2,4	2,5	1,2	1,3	2,5	2,2
C18:3	1,1	0,5	1,1	1,0	0,9	0,6	0,9	0,8
saturés	37,5	34,2	55,3	53,1	53,5	45,0	42,5	30,8

A. Alimentation à base de fourrages grossiers B. Alimentation riche en concentrés

(1) LEAT, 1977. (2) MILLER et RICE, 1968.

TABLEAU N° 7 : LIAISON ENTRE LA QUALITE DES CARCASSES D'AGNEAUX DE BOUCHERIE (APPRÉCIEE SUBJECTIVEMENT) ET LA TENEUR EN EAU DES DEPOTS ADIPEUX DE COUVERTURE OBSERVEE AU COURS DE 4 EXPERIENCES DISTINCTES (AUROUSSEAU ET THERIEZ)

Expérience	Animaux	Note (0 à 15)	H_2O %	Corrélation
I	4 groupes de 4 3 groupes de 4 5 groupes de 4	7,5 6,4 5,7	16,3 18,7 21,1	- 0,86
II	4 7	9,3 6,6	14,6 18,5	- 0,55
III	6 6	10,7 6,5	16,8 20,5	- 0,42
IV	5 3	9,8 5,3	19,5 24,3	- 0,97

Chez le ruminant (tableau 5), les triglycérides de réserve comportent des proportions importantes d'acides gras saturés, Le fait est lié à l'intervention des microorganismes du rumen de ces animaux et, principalement, à l'hydrogénation dans ce milieu des acides gras insaturés apportés par l'alimentation. Ces particularités digestives assurent au ruminant ingérant une ration riche en fourrages grossiers une composition en acides gras de ses lipides corporels peu variable. A l'opposé, chez le monogastrique, une partie des acides gras alimentaires est déposée dans les tissus sans transformation. Chez les animaux de ce type, la composition en acides gras des lipides corporels est ainsi fortement influencée par l'alimentation : nous avons donc choisi pour comparer la composition des tissus adipeux des ruminants à ceux du porc (tableau 5) des résultats obtenus chez des porcs ingérant des rations pauvres en lipides.

Par ailleurs, la composition en acides gras des lipides corporels varie avec leur localisation dans la carcasse des animaux, les tissus adipeux en position la plus interne étant les plus saturés et ceux en position la plus externe les plus insaturés (DUNCAN et GARTON, 1967 ; ROBELIN , tableau 4).

II - LIAISON ENTRE LA NATURE DES TISSUS ADIPEUX SOUS-CUTANES ET LA QUALITE DES CARCASSES.

Au niveau des circuits commerciaux, le développement et la nature des tissus adipeux sous-cutanés figurent parmi les principaux critères utilisés par les professionnels pour déterminer le prix des carcasses. En effet, sur le plan quantitatif, ces tissus constituent un critère de l'état d'engraissement des carcasses et interviennent directement dans un rôle de protection des muscles. Rappelons que nous ne traiterons pas ces aspects. Sur le plan qualitatif, par ailleurs, ces tissus constituent un critère indirect de la nature des tissus intramusculaires. En effet, les modifications de composition affectent ces derniers tissus et les premiers de façon parallèle (tableau 6).

Les premiers problèmes de qualité des carcasses se sont posés chez le Porc. Dans différentes conditions de conduite et d'alimentation, en effet, les tissus adipeux de ce type d'animal s'enrichissent exagérément en acides gras insaturés : dépôt d'acides gras insaturés apportés par l'alimentation dans certains cas ou orientation de la lipogénèse endogène vers un accroissement des désaturations dans d'autres. Ces modifications de la composition en acides gras des triglycérides de réserve modifient, comme nous l'avons brièvement discuté ci-dessus, leurs propriétés physiques et abaissent leur point de fusion. Le phénomène aboutit, en premier lieu, à l'obtention d'un lard mou à huileux de faible valeur tant pour l'incorporation aux fabrications (saucissons, pâtés...) que pour l'utilisation en bardage. Il s'accompagne, de plus, de l'apparition d'odeurs désagréables au niveau de la viande issue des animaux correspondants (CHRISTENSEN, 1974).

Un problème identique a été rencontré, par la suite, dans le cas de l'agneau de boucherie. Dans diverses conditions, les tissus adipeux de ce type d'animal présentent une consistance molle. Comme dans le cas du porc, le phénomène s'accompagne du développement d'odeurs désagréables dans la viande de ces animaux. Le problème a été analysé récemment par l'ESTRANGE et MULVIHILL (1975) et par REINECCIUS (1979). Le cas le plus fréquent correspond à l'augmentation des vitesses de croissance des animaux par ingestion de rations riches en concentrés. Dans ces conditions, leurs tissus adipeux s'enrichissent en acides gras monoinsaturés (tableau 6) et en eau (tableau 7). Ces modifications de la composition des tissus adipeux admettent une liaison étroite avec la diminution de leur fermeté et avec la baisse de la qualité des carcasses correspondantes (THERIEZ et MOLENAT, 1974 ; AUROUSSEAU et al, 1973).

Semblablement, il existe une liaison étroite entre les enrichissements des tissus en acides gras impairs et ramifiés observés dans plusieurs conditions d'élevage et la baisse de fermeté des tissus adipeux (DUNCAN et al, 1972 ; GARTON et al, 1972 ; AUROUSSEAU et THERIEZ, non publié) ce qui peut également s'expliquer par un point de fusion plus bas des acides de ce type.

Cependant, des exceptions à ces règles existent (nous y reviendrons dans un prochain article). Des phénomènes importants semblent donc encore inexpliqués et l'examen de ces problèmes mérite d'être davantage approfondi et mieux explicité.

III - LIAISON ENTRE LA NATURE DES LIPIDES INTRAMUSCULAIRES ET LES QUALITES ORGANOLEPTIQUES DE LA VIANDE

Malgré les progrès des connaissances à caractère purement technologique (traitement et conservation des carcasses et des viandes), on ne connait que peu de choses sur le déterminisme réel de la qualité des viandes (influence des différents modes de conduite des animaux ou de la nature de leur alimentation, potentiel de

croissance...). Nous allons faire, ici, le point sur les connaissances relatives aux liaisons entre la nature des lipides tissulaires et les qualités organoleptiques de la viande correspondante : flaveur, jutosité, tendreté.

Lipides tissulaires et flaveur des viandes

On connait relativement bien, actuellement, la chimie des arômes carnés (DWIWEDI, 1975 ; STEPHEN et al, 1977 ; ROSSET et al, 1978 ; WASSERMAN, 1979). Les composés les plus caractéristiques de la flaveur des viandes sont ceux résultant de la réaction des sucres avec les acides aminés (réaction de Maillard) et ceux résultant de l'autoxydation des lipides. Dans ce dernier cas, la transformation des acides gras doit être maîtrisée lors de la conservation de la viande afin d'éviter une fourniture excessive de produits d'oxydation qui correspondrait au développement d'arômes non désirables ou à un rancissement dans les cas extrêmes. Les modifications (plus ou moins désirables selon leur intensité) de la flaveur de la viande issue d'animaux ingérant des lipides polyinsaturés protégés s'expliquent, ainsi, par la dérivation à partir de l'acide linoléïque de produits volatils, aldéhydes ou lactones (PARK et al, 1976).

Il n'est donc pas étonnant que, en première approche, l'intensité de la flaveur d'une viande soitr reliée à sa teneur en lipides de réserve (GOUTEFONGEA et VALIN, 1978). En 1968 déjà, BREIDENSTEIN faisait une observation similaire. La liaison est cependant valable principalement pour un optimum de dépôt de lipides de réserves dans la fibre musculaire. Des dépôts plus importants correspondraient à une baisse de l'intensité de la flaveur, tandis que dans le cas de dépôts moins importants, la liaison perd énormément de sa signification, ce qui pourrait expliquer les nombreuses observations contradictoires rapportées par d'autres auteurs, déjà soulignées dans des revues antérieures (JARRIGE, 1972).

Par ailleurs, la flaveur de la viande de jeunes bovins semble être fortement corrélée à la teneur en acide oléique de ses lipides neutres ou inversement reliée à sa teneur en acides gras saturés (DRYDEN et MARCHELLO, 1970 ; WESTERLING et HEDRICK, 1979).

Enfin, en dehors des substances chimiques directement responsables des arômes qui y sont dissoutes, la composition en acides gras des phospholipides semble jouer un rôle propre au niveau du déterminisme de la flaveur des viandes correspondantes (HORNSTEIN et CROWE, 1960). Une telle observation n'est pas étonnante si on considère que les phospholipides riches en acides gras polyinsaturés sont les substances les plus sensibles à la lipolyse lors de la conservation de la viande ou de sa cuisson (CHIPAULT et HAWKINS, 1971 ; KELLER et KINSELLA, 1973) et, de ce fait, la principale source d'acides gras soumis aux réactions d'autoxydation. En collaboration avec les Chercheurs de la Station de Technologie de la Viande de Theix (GIRARD J.P., TOURAILLE C., VALIN C.), nous avons abordé l'étude de la liaison entre les qualités organoleptiques de la viande et la composition en acides gras des phospholipides des muscles des veaux de boucherie. Globalement, dans le cas d'animaux de races différences mais ayant reçu une alimentation de même nature (veaux limousins et frisons élevés au lait maternel), l'intensité de la flaveur de la viande obtenue semble pouvoir être reliée de façon inverse à la teneur de ses phospholipides en acides gras polyinsaturés. Cette liaison pourrait s'expliquer à partir du rôle des lipides de constitution dans le métabolisme tissulaire, brièvement discuté au 1er paragraphe, par des modulations de la sensibilité des tissus à la lipolyse.

Lipides tissulaires et jutosité des viandes

Le déterminisme de la jutosité des viandes est très peu documenté, le mode de cuisson conduisant à des pertes de poids (eau) variables, ce qui augmente la difficulté de ce type d'étude. Certains travaux ont montré que la jutosité des viandes était fortement corrélée à leur teneur en lipides et à leur flaveur, ou, mieux, à leur tendreté (BREIDENSTEIN, 1968) tandis que la plupart des résultats infirment l'existence de ces liaisons (SMITH et al, 1976 ; HUNT et HEDRICK, 1977). Les études prenant en compte la composition des lipides neutres musculaires ne mettent en évidence aucune liaison entre ces données et la jutosité de la viande correspondante (WESTERLING et HEDRICK, 1979).

Par ailleurs, au cours de l'essai relatif à l'étude des facteurs de qualité de la viande de veau déjà mentionné ci-dessus aucune liaison n'existe entre la teneur en lipides des viandes et leur jutosité. Cependant, dans cet essai, ce paramètre admet une liaison assez étroite avec la flaveur des viandes, ou, mieux encore, leur tendreté. Il peut également être relié de façon inverse à la teneur des phospholipides tissulaires en acides gras polyinsaturés.

Lipides tissulaires et tendreté des viandes

Sur un plan purement technologique, on connaît bien maitenant les facteurs de tendreté des viandes (VALIN et KOPP, 1978). Celle-ci dépend de l'accumulation et de l'état d'organisation des protéines de structure du muscle (collagène, protéines myofibrillaires). Compte-tenu des interrelations entre l'ensemble des aspects du métabolisme, il n'est pas étonnant que des liaisons assez étroites aient pu être observées entre la teneur en lipides d'un muscle donné et sa tendreté (SMITH et al, 1976 ; CULLER et al, 1978). Les implications de ces observations restent cependant très limitées : cette approche n'est, en effet, plus valable si on veut comparer, à l'intérieur d'une même carcasse, plusieurs muscles entre eux (BREIDENSTEIN, 1968 ; HUNT et HEDRICK, 1977). Des revues antérieures soulignaient déjà les limites de cette approche (JARRIGE, 1972).

Compte-tenu du rôle potentiel des lipides de stucture dans la régulation du métabolisme des tissus, nous avons envisagé, dans le cadre des travaux relatifs à la viande de veau déjà mentionnés, l'étude de la liaison entre leur composition et la tendreté de la viande correspondante. Dans cet essai, une viande apparaît d'autant plus tendre que, globalement, ses phospholipides comportent moins d'acides gras polyinsaturés (figure 1a). Les différentes familles d'acides gras n'exerceraient pas des effets identiques (figures 1b, 1c, 1d). Ces premiers résultats restent cependant très partiels si on considère qu'outre les phospholipides, le cholestérol membranaire, dont nous n'avons pas tenu compte, intervient pour moduler le métabolisme des tissus (cf. 1er paragraphe). Sa teneur dans les lipides de structure des muscles d'animaux soumis à des modes de conduite différents peut être notablement différente et modifier les effets de la composition en acides gras des phospholipides.

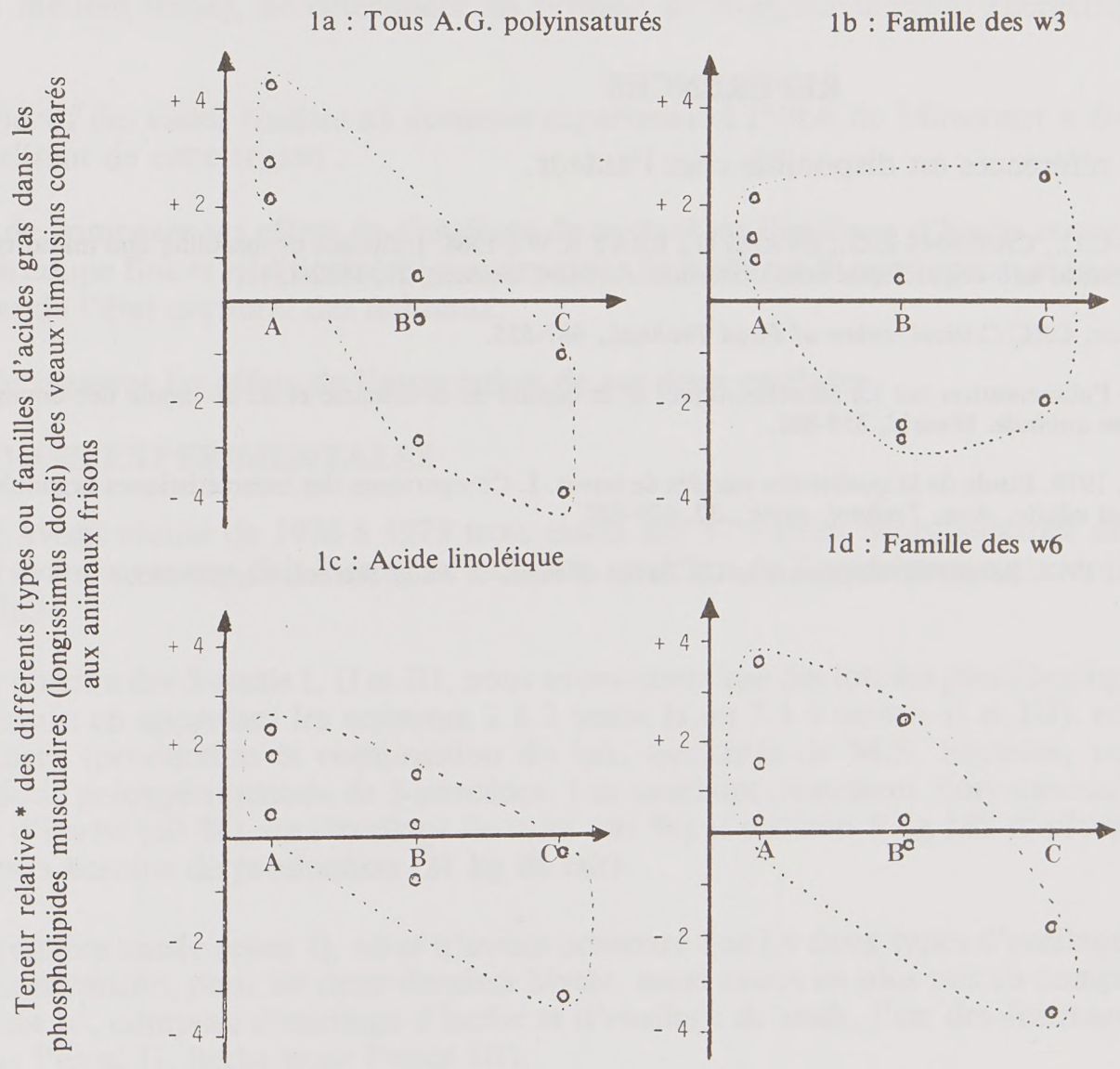


Figure 1

Liaison entre la composition des phospholipides musculaires (Longissimus Dorsi) de veaux de boucherie et la tendreté de la viande qui en est issue : Comparaison, par couple, des animaux limousins aux animaux frisons (0 = 1 couple)

A = tendreté inférieure chez les veaux limousins ; **B** = tendretés égales

C = tendreté supérieure chez les veaux limousins.

* Pour chaque animal, la teneur relative en un type ou en une classe donnée d'acides gras est exprimée par différence algébrique avec leur teneur moyenne dans les PLmusculaires des animaux du lot correspondant. On effectue ensuite la somme algébrique de ces différences individuelles pour l'expression des teneurs relatives pour chaque couple d'animaux.

CONCLUSION

Depuis longtemps, on a pris en compte le développement et l'aspect des dépôts adipeux de couverture pour apprécier, de façon plus ou moins subjective, la qualité des carcasses. En raison de leurs implications au niveau des systèmes de production, les aspects quantitatifs restent primordiaux (spécialement chez les porcs dont nous ne parlons pas ici). Il est ainsi souhaitable de limiter le développement des tissus adipeux et en particulier celui des tissus adipeux intermusculaires. Par ailleurs, l'accumulation de lipides intramusculaires jusqu'à une limite de 3 à 5 p.100 du poids de tissu correspond à une amélioration de la qualité de la viande correspondante. Les aspects qualitatifs sont, néanmoins, loin d'être négligeables. En effet, un enrichissement excessif des tissus en acides gras insaturés, détectable par le seul examen subjectif des tissus adipeux sous-cutanés dont la fermété diminue, s'aacompagne du développement de flaveurs désagréables dans la viande correspondante. Au contraire, un enrichissement mesuré des tissus en acides gras monoinsaturés correspond le plus souvent à un accroissement de l'intensité de la flaveur des viandes.

Nos connaissances en ce domaine restent insuffisantes et la prise en compte des lipides de constitution présente à ce titre un grand intérêt potentiel. En effet, compte-tenu du rôle de ces composés au niveau de la régulation du métabolisme des tissus (contrôle de la perméabilité des membranes, modification de l'intensité des lipolyses, intéraction avec le métabolisme protéique), cette démarche semble intéressante en vue de l'acquisition d'une maîtrise des qualités organoleptiques des viandes. Cette démarche semble d'autant plus intéressante qu'elle peut permettre de répondre à un second type de préoccupations : les implications de la nature des lipides de constitution en matière de régulation du métabolisme tissulaire laissent espérer également des applications au niveau de la maîtrise quantitative de la lipogénèse (accumulation et répartition des lipides corporels).

REFERENCES

N.B.- La liste complète des références est disponible chez l'auteur.

BREIDENSTEIN B.B., COOPER C.C., CASSENS R.G., EVANS G., BRAY R.W., 1968. Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. I. Chemical and organoleptic considerations. *J. Anim. Science,* **27**, 1532-1541.

DWIWEDI B.K., 1975. Meat flavor. *CRC Critical review of Food Technol.,* 487-535.

JARRIGE R., 1972. Influence de l'alimentation sur les caractéristiques et la qualité de la carcasse et de la viande des bovins. *2ème Congrès Mondial sur l'alimentation animale.* Madrid, 855-881.

GOUTEFONGEA R., VALIN C., 1978. Etude de la qualité des viandes de bovin. I. Comparaison des caractéristiques organoleptiques des viandes de taurillon et d'animal adulte. *Ann. Technol. agric.,* **27**, 609-627.

STEPHENS S., PETERSON R.J., 1977. Recent developments in the flavor of meat. *J. Food Science,* **42**, 298-305.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 35-42

UTILISATION COMPAREE DES ENSILAGES D'HERBE ET DES ENSILAGES DE MAIS PAR LES VACHES LAITIERES

P.R. PARRASSIN*, A. HODEN ** et M. JOURNET**
avec la collaboration de C. BAZARD*, P. FAIVRE* et B. MARQUIS**

**Domaine expérimental INRA-SEI de Mirecourt (88500) dirigé par P. GUIBERT*
***Laboratoire de la Production Laitière - INRA - Theix (63110)*

La plupart des essais effectués sur l'utilisation des ensilages d'herbe et de maïs au cours de ces dernières années par DULPHY et DEMARQUILLY à Orcival et par JOURNET et VERITE à Theix ont permis, tout en tenant compte de leurs caractéristiques (stade de récolte, finesse de hachage, qualité de conservation, teneur en matière sèche), de déterminer les niveaux de complémentation énergétique à appliquer avec ces régimes.

L'objectif des essais réalisés au domaine expérimental INRA de Mirecourt a été, dans les conditions de sol et de climat de cette région :

1) de comparer les effets de l'ensilage de maïs et de l'ensilage d'herbe ressuyé de prairie permanente récolté en coupe fine et additionné de conservateur (sylade) sur la production et la composition du lait et sur l'évolution de l'état corporel des animaux.

2) de mesurer les effets de l'association de ces deux ensilages.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

Nous avons réalisé de 1976 à 1979 trois essais sur 87 vaches Montbéliardes multipares (dont 49 en 2e lactation) ayant au moins fait 2 mois de lactation au début de l'expérience et produisant en moyenne plus de 20 kg de lait.

Pour chacun des 3 essais I, II et III, nous avons constitué des lots les plus identiques possible d'environ 10 vaches chacun en appariant les animaux 2 à 2 (essai I) ou 3 à 3 (essais II et III), en tenant compte de leurs performances (production et composition du lait, quantités de M.S. ingérées, poids) obtenues au cours d'une période préexpérimentale de 3 semaines. Les animaux recevaient alors une ration mixte comportant de l'ensilage d'herbe (60 %), de l'ensilage de maïs (40 %) et environ 5 kg MS d'aliment concentré de façon à couvrir leurs besoins de production (21 kg de lait).

La première année (essai I), nous n'avons comparé que les deux types d'ensilage offert à volonté : herbe et maïs. En revanche, pour les deux derniers hivers, nous avons en plus mis en comparaison un 3e régime, de type « mixte » , composé d'ensilage d'herbe et d'ensilage de maïs, l'un des fourrages étant offert à volonté (maïs pour l'essai II, herbe pour l'essai III).

Les principales caractéristiques et les valeurs nutritives retenues des aliments sont regroupées dans le tableau I.

Les ensilages d'herbe ont été récoltés à un stade de végétation variable selon les années (de début à pleine épiaison) et les ensilages de maïs également à un stade de maturité très différent (de 23 à 39 % de MS).

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES ALIMENTS UTILISES.

	Nature aliments	Stade de récolte	Teneur en MSC* (%)	Composition chimique (% MS)			Valeurs nutritives retenues (g/kg MSC)*		
				Cellulose brute	Matières azotées totales	Matières minérales	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
ESSAI I	Ensilage herbe prairie permanente.	Début épiaison	27,1	33,3	14,3	8,4	0,71	87	75
	Ensilage de ray-grass Italien	Montaison	20,4	29,2	13,3	12,1	0,85	80	80
	Ensilage maïs (période 1)	grains pateux	30,3	-	8,2	5,2	0,85	51	70
	Ensilage maïs (période 2)	"	39,3	-	8,4	5,9	0,85	52	70
	Aliment concentré VL 18	-	86,9	9,7	19,3	11,7	0,95	138	132
ESSAI II	Ensilage herbe prairie permanente.	Epiaison	28,0	32,9	12,2	8,0	0,72	74	71
	Ensilage maïs	grains laiteux	23,0	22,6	8,2	5,3	0,79	50	69
	Aliment concentré VL 18	-	86,9	9,7	19,3	11,7	0,95	138	132
ESSAI III	Ensilage herbe prairie permanente.	Pleine épiaison	36,8	33,7	10,6	8,6	0,64	64	66
	Ensilage maïs	grains pateux	30,0	19,0	7,0	3,8	0,82	42	67
	Pulpes sèches	-	87,3	19,2	9,7	6,1	0,99	64	96
	Aliment concentré VL 18	-	87,1	7,7	17,4	8,3	1,01	121	119

* Matière Sèche Corrigée

Au cours de l'essai I, nous avons dû changer les ensilages d'herbe et de maïs par suite d'une rupture de stock. Ainsi, durant les 3 dernières semaines (Période II), nous avons utilisé dans le lot « herbe » un ray grass italien (1er cycle), bien conservé mais à faible teneur en M.S. (20,4 p.100) et dans le lot « maïs » un ensilage à forte teneur en M.S. (39,3 p.100).

Dans l'essai III, pour limiter la différence d'apport énergétique entre les ensilages d'herbe et de maïs, nous avons distribué respectivement aux lots « herbe » et « mixte » 3 kg et 1,5 kg de pulpes de betteraves déshydratées qui sont inclues dans la ration de base.

Le niveau de complémentation au cours de chaque essai a été identique pour tous les lots et déterminé à partir de la valeur nutritive des aliments et des quantités ingérées observées au cours des périodes préexpérimentales et sur des vaches taries. Nous avons ainsi estimé que les apports énergétiques des rations de base utilisées permettaient en plus de l'entretien, 13 kg de lait 4 % dans l'essai I, 9 kg dans l'essai II et 10 kg dans l'essai III.

Le concentré de production (0,8 UFL, 18 % MAT/kg) a été distribué à raison de 1 kg par tranche de 2 kg de lait au dessus du niveau de complémentation selon un schéma prédéterminé à partir de la production moyenne des semaines préexpérimentales à laquelle on a appliqué une diminution théorique de 2 % par semaine (9 % par mois).

La complémentation minérale des rations a été assurée en distribuant un composé minéral avec oligo-éléments de type 13-13 pour les régimes à base d'ensilage d'herbe et de type 8-18 pour les régimes à base d'ensilage de maïs, les lots « mixtes » recevant pour moitié de chacun des deux types de composés. Simultanément de l'urée a été apportée avec les lots « maïs » et « mixte ».

Les quantités ingérées, la production et la composition du lait ont été contrôlées individuellement en stabulation entravée 2 jours consécutifs par semaine. Les principaux résultats sont présentés au tableau II et au graphique 1.

RESULTATS

Quantités ingérées

Au cours de l'essai I (période 1), l'utilisation d'un ensilage d'herbe récolté au stade « début épiaison » et bien conservé a permis un niveau d'ingestion élevé et comparable à celui d'un ensilage de maïs à teneur moyenne en matière sèche (30,3 %) : respectivement 2,42 et 2,47 kg MS par 100 kg de poids vif pour les lots « herbe » et « maïs ».

Le changement d'ensilage d'herbe au cours de la 2ème période de cet essai s'est accompagné d'une chute importante du niveau d'ingestion (10,1 kg MS/j). En revanche, il a fortement augmenté pour le lot « maïs » (16,7 kg MS/j en moyenne).

Lors de l'essai II, la distribution d'un ensilage d'herbe récolté à un stade plus tardif (épiaison) et d'un ensilage de maïs à faible teneur en MS (23 %), s'est traduite par des niveaux d'ingestion comparables pour les deux fourrages mais faibles : respectivement 1,94 et 2,02 kg MS/100 kg PV pour les lots « herbe » et « maïs ».

Dans l'essai III, le niveau d'ingestion de l'ensilage de maïs a été moyen (2,22 kg MS/100 kg PV). Par contre, celui de l'ensilage herbe a été faible (1,83 kg MS/100 kg PV) ; si on inclut les pulpes, le niveau d'ingestion de la ration de base est alors comparable au lot ''maïs'' (2,29 kg MS/100 kg PV).

Dans l'essai II, le niveau d'ingestion de la ration de base a été plus élevé (+ 1 kg MS) avec le régime mixte comportant 3,5 kg MS d'ensilage d'herbe comparativement au maïs seul. Dans ce cas, les quantités consommées d'ensilage de maïs (23 % MS) ont diminué de 0,70 kg MS par kg de MS d'ensilage d'herbe. Pour l'essai III, il est difficile d'effectuer le même type de comparaison en raison de l'apport de pulpes sèches.

Production et composition du lait

Les productions de lait et de lait 4 % obtenues dans les essais I et III n'ont pas été significativement différentes entre l'ensilage d'herbe et l'ensilage de maïs. En revanche, au cours de l'essai II ces productions ont été significativement plus élevées avec le régime maïs de 1,8 kg. Les productions de lait obtenues avec le régime mixte ont été égales à la moyenne des régimes herbe et maïs.

Les taux butyreux des lots recevant l'ensilage de maïs ont été supérieurs à ceux des lots herbe de 1,2 à 2,9 g/l ($P < 0,01$ dans l'essai I). Les taux butyreux du régime mixte ont été ou intermédiaires entre les lots herbe et maïs (essai II) ou proches de ceux du lot maïs (essai III). Le taux de matières protéiques a été peu différent selon les lots sauf dans le lot mixte de l'essai II où il a été supérieur de 0,8 g/l par rapport aux deux autres régimes.

La persistance mensuelle de la production laitière au cours de la 1ère période de l'essai I a été excellente (93,3 % en moyenne) et légèrement supérieure pour le lot "maïs" (+ 1,9 pts). Au cours des deux autres essais les persistances ont été voisines de 89,5 % avec les lots "maïs" et de 87,5 % avec les lots "herbe" et "mixte".

L'utilisation de l'ensilage de ray-grass Italien au cours de la 2ème période de l'essai I (graphique 1) s'est traduite par une chute brutale de la production laitière (diminution de 3,8 kg de lait en 4 semaines malgré une transition de 1 semaine entre les deux ensilages) ainsi que du taux butyreux (34,4 g/l soit - 1,6 g/l). A l'inverse, avec l'ensilage de maïs à forte teneur en matière sèche, nous avons enregistré un bon maintien de la production de lait (diminution de 0,3 kg en 4 semaines) par rapport à la dernière semaine de la période 1. Simultanément, nous avons observé une forte augmentation du taux butyreux (42 g/l soit + 3,1 g/l).

Evolution du poids vif

Nous avons calculé les variations de poids vif au cours des essais mais après avoir corrigé celles-ci pour tenir compte de l'évolution des quantités totales ingérées entre le début et la fin des essais. Nous avons alors supposé une modification de 4,5 kg de contenu digestif par kg de matière sèche ingérée en plus ou en moins (VERITE, 1975).

Dans ces conditions les animaux de l'essai I sont restés à poids constant. En revanche, ceux des lots "herbe" ont perdu du poids dans les essais II et III alors que les animaux des lots "maïs" sont pratiquement restés à poids constant. Les variations de poids vif avec les régimes mixtes ont été intermédiaires par rapport aux lots "herbe" et "maïs".

Au cours des essais II et III nous avons essayé d'apprécier l'évolution de l'état d'engraissement des animaux entre le début et la fin des expériences en leur attribuant une note comprise entre 0 et 5. Dans ces conditions, nous avons observé un maintien de l'état d'engraissement des animaux des lots "maïs" et "mixte" et même un léger engraissement dans le lot "maïs" de l'essai III. Par contre, les animaux des lots "herbe" ont légèrement maigri.

Niveaux des apports énergétiques et azotés

Les différences entre les apports et les besoins des animaux ont été calculés pour l'énergie (UFL) et l'azote (PDI) en tenant compte des nouvelles recommandations alimentaires (INRA, 1978).

Les apports ont été calculés à partir des quantités ingérées d'aliments et de leurs valeurs nutritives. Les quantités ingérées d'ensilage ont été corrigées pour tenir compte des pertes de composés volatils lors du séchage des échantillons à l'étuve. Les quantités moyennes consommées ont ainsi été augmentées de 4 % (ensilage de maïs et de prairies permanentes) à 7 % (ensilage de maïs essai II) selon les coefficients proposés par DULPHY et Al. (1979). Les apports énergétiques ont été corrigés pour tenir compte des effets associatifs entre fourrages et concentrés. Nous n'avons pas tenu compte des variations de poids vif.

L'apport énergétique dans les lots ayant reçu l'ensilage d'herbe a été déficitaire de 0,6 à 0,8 UFL/j en moyenne pour les essais I et II. Il a en revanche été proche de l'équilibre (- 0,20 UFL/j) dans l'essai III en raison de l'apport de pulpes, ainsi que dans le lot "mixte" de cet essai.

TABLEAU 2 : PRINCIPAUX RESULTATS

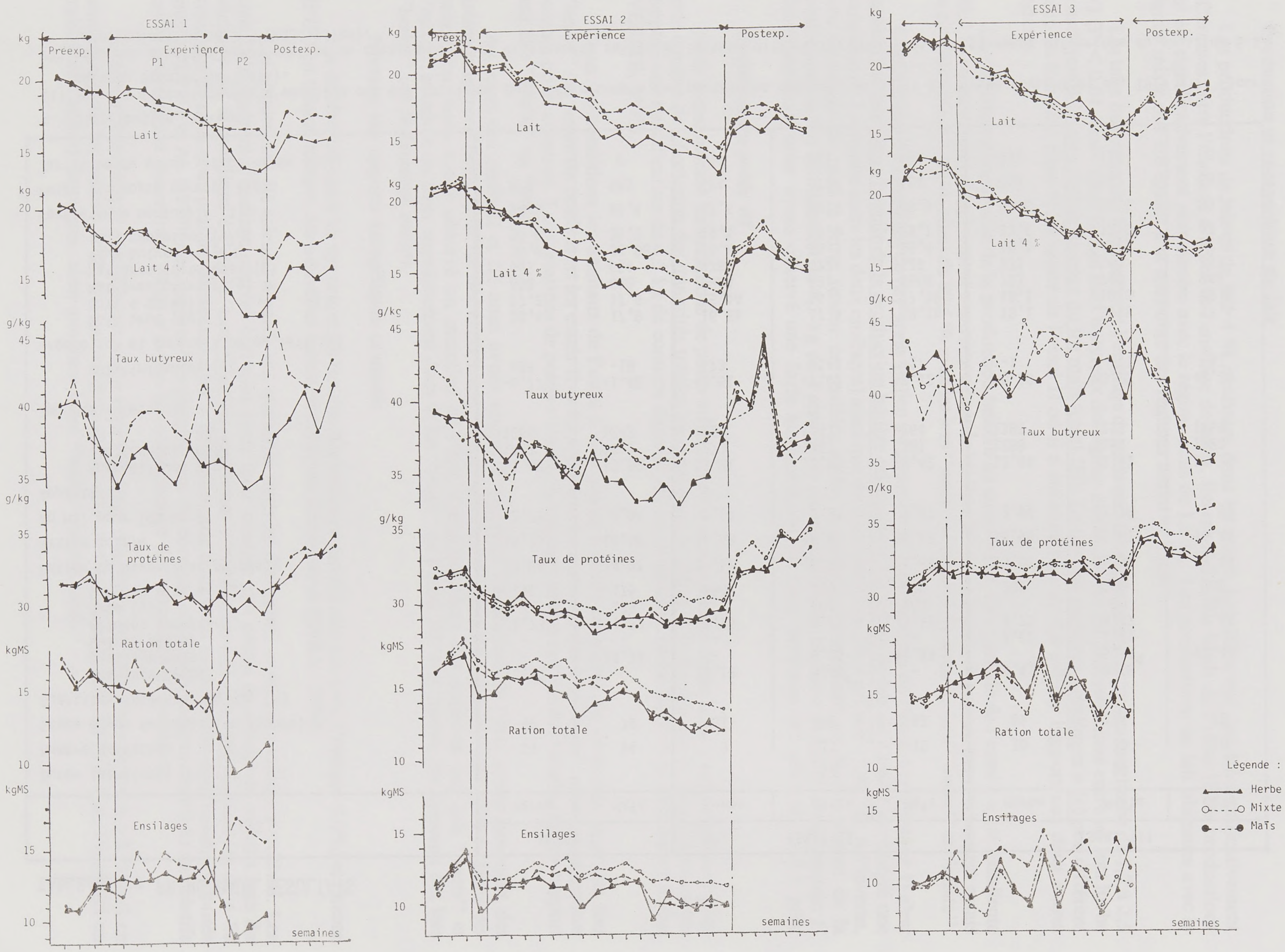
LOTS	ESSAI I		ESSAI II			ESSAI III		
	Herbe	Maïs	Herbe	Mixte	Maïs	Herbe	Mixte	Maïs
Durée (semaines)	7		17			12		
Nombre de vaches	14	14	9	10	10	10	10	10
Stade moyen de lactation (jours)	90	79	61	62	63	69	74	72
Quantités ingérées (kg MS) (1)								
. Ensilage herbe	13,84	-	11,12	3,46*	-	10,41	3,88	-
. Ensilage maïs	-	14,31	-	9,36	11,83	-	6,37*	12,44
. Pulpes sèches	-	-	-	-	-	2,62	1,31	-
. Aliment concentré	1,73	1,82	3,26	3,45	3,39	3,75	3,77	3,66
. Urée (g)	-	175	-	100	200	-	80	160
. Composé minéral (g)	190	175	200	200	200	200	200	200
Ration de base (avec pulpes)	13,84	14,31	11,12	12,82	11,83	13,03	11,56	12,44
Ration totale	15,76	16,48	14,58	16,57	15,62	16,98	15,61	16,46
Kg MST pour 100 kg PV	2,75	2,84	2,54	2,89	2,67	2,99	2,78	2,93
Apports :								
. énergétiques UFL	11,47	13,89	10,81	12,91	12,42	12,44	12,41	13,75
. azotées (g) PDIN	1443	1263	1273	1361	1381	1288	1185	1223
PDIE	1266	1242	1220	1347	1264	1385	1257	1269
Apports - besoins								
. UFL	-0,77	+1,48	-0,61	+1,02	+0,12	-0,20	-0,27	+1,20
. PDI limitantes (g)	+24	-18	+73	+145	+17	-1	-111	-57
Production et composition du lait (2)								
. Lait brut (kg)	18,4	17,9	16,6a	17,5	18,1b	18,1	17,8	17,5
. Lait 4 % (kg)	17,2	17,6	15,4A	16,3	17,2B	18,1	18,3	18,3
. Matières grasses (g)	658	688	585A	621	660B	723	748	746
. Matières protéiques (g)	562	554	478	522	528	571	568	557
. Taux butyreux (g/ l)	36,0A	38,9B	35,2	35,9	36,4	40,1	42,6	42,7
. Taux protéique (g/ l)	30,8	31,0	29,1	29,9	29,1	31,6	32,0	32,0
Persistance mensuelle (%)	94,3	92,4	87,6	89,4	89,5	88,6	86,5	89,4
Poids vif moyen corrigé (kg)	573	580	574	573	584	568	562	561
Variation de poids vif corrigée (g/j)	0	0	-136	-81	+34	-299	-139	0

* distribution limitée

(1) les quantités ingérées d'ensilage ont été corrigées pour tenir compte des pertes des composés volatils à l'étuve (DULPHY et al, 1979 - 11° journées du Grenier de Theix).

(2) moyennes ajustées après analyse de covariance : les traitements suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % (minuscules) ou de 1 % (majuscules).

EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DE LA COMPOSITION DU LAIT ET DES QUANTITES DE MATIERE SECHE INGEREES



Par contre, l'apport d'énergie dans les lots ''maïs'' a été satisfaisant (essai II) et même largement excédentaire (essais I et III) ainsi que dans le lot ''mixte'' de l'essai II. Les apports PDI ont été satisfaisants pour les lots ''herbe'' des 3 essais et les lots ''mixte'' et ''maïs'' de l'essai II. En revanche. ils ont été légèrement déficitaires pour les lots ''maïs'' des essais I et III (- 20 à - 60 g/j) et le lot ''mixte'' de l'essai III (- 110 g/j).

L'apport d'azote fermentescible (PDIN) a été satisfaisant et non limitant par rapport aux PDIE dans l'ensemble sauf pour l'essai III où il se trouvait limitant. Toutefois, le déficit PDIE - PDIN n'a pas dépassé 8 g/UFL.

Efficacité alimentaire des ensilages

Nous avons calculé la production de lait permise en plus de l'entretien par les ensilages seuls en enlevant celle théoriquement permise par les concentrés, les pulpes et la mobilisation des réserves corporelles (3,5 UFL pour une variation en plus ou en moins de 1 kg de poids vif corrigé). Nous avons ainsi pu estimer les valeurs énergétiques des ensilages compte tenu des quantités ingérées.

	ESSAI I		ESSAI II			ESSAI III		
	herbe	maïs	herbe	mixte	maïs	herbe	mixte	maïs
Production de lait 4 % permise par les ensilages seuls - (kg)	13,4	13,6	7,1	8,0	9,7	0,8	5,3	9,7
Valeur nutritive estimée de l'ensilage (UFL/kg MS)	0,77	0,75	0,71	0,65	0,78	0,50	0,69	0,72

La production de lait permise par la ration d'ensilage seul a été comparable pour le maïs et l'herbe dans l'essai I. En revanche, elle a été plus faible dans les 2 autres essais et toujours supérieure pour le maïs par rapport à l'herbe. La production permise par les rations mixtes a été égale à la moyenne des lots « herbe » et « maïs ».

La valeur énergétique des ensilages estimée à partir des performances des animaux n'a été comparable à celle effectuée à partir de la composition chimique et du stade de récolte des fourrages que pour les régimes herbe et maïs de l'essai II. Dans tous les autres cas, mis à part celui du régime herbe de l'essai I, nous observons une estimation plus faible de la valeur énergétique (jusqu'à 0,10 UFL/kg MS en moins) à partir des performances des animaux. Ces différences peuvent résulter d'une moins bonne utilisation digestive de l'énergie apportée par l'ensilage due à l'apport de concentré (phénomène de digestibilité associative négative) mais aussi à des difficultés à apprécier correctement les variations de poids vif des vaches.

CONCLUSION

Les résultats de ces trois essais confirment les données de DULPHY et DEMARQUILLY, à savoir que le stade de récolte et la qualité de conservation des ensilages d'herbe sont les premiers facteurs à considérer pour augmenter le niveau d'ingestion et l'apport énergétique de la ration de base. En effet, un ensilage d'herbe récolté au début de l'épiaison (à 27 % de MS) et bien conservé permet un niveau d'ingestion élevé (2,4 kg MS/100 kg PV) et comparable à un ensilage de maïs à teneur moyenne en matière sèche (30 %) ; il permet de couvrir les besoins énergétiques d'entretien et ceux correspondant à une production de 13 à 14 kg de lait 4 % pour des vaches multipares. En revanche, lorsqu'il est récolté à un stade végétatif plus avancé (épiaison ou pleine épiaison) son niveau d'ingestion diminue fortement ainsi que sa digestibilité et par conséquent sa valeur alimentaire. La production laitière permise par la ration de base diminue fortement et n'est que de quelques kilos de lait en plus de l'entretien.

Quant aux résultats obtenus avec les ensilages de maïs, ils confirment ceux obtenus par VERITE et JOURNET (1975). Un ensilage de maïs à teneur moyenne ou faible en matière sèche, à faible pourcentage de grains (20-25 %) et récolté à un stade de maturité peu avancé, a un faible niveau d'ingestion (2 kg MS/100 kg

PV) et ne peut assurer qu'une production de 9 à 10 kg de lait 4 % en plus de l'entretien. Par contre, avec des ensilages à teneur en matière sèche plus élevée (30 %) et normalement pourvus en grains, le niveau d'ingestion augmente (2,2 à 2,5 kg MS/100 kg de PV) et on peut assurer une production de 13 à 15 kg de lait 4 % avec une bonne persistance. Nous avons aussi observé avec l'ensilage de maïs des taux butyreux systématiquement plus élevés (de 1 à 2 points) par rapport à ceux obtenus avec les ensilages d'herbe.

L'association de ces deux types d'ensilage (1/3 ensilage d'herbe, 2/3 ensilage de maïs) permet d'accroître le niveau d'ingestion des rations de base de façon très appréciable lorsque l'ensilage d'herbe est récolté à un stade trop avancé. En revanche, on n'observe pas d'effet associatif positif sur la production laitière. La production de lait et les variations de poids vif sont intermédiaires par rapport aux lots herbe et maïs.

Ces essais se sont cependant déroulés sur des périodes courtes ; il serait intéressant que des études soient menées sur de plus longues périodes pour déceler d'éventuels effets à long terme en particulier sur la santé et la reproduction des animaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DULPHY J.P. et DEMARQUILLY C., 1972. Utilisation des ensilages d'herbe par des génisses et des vaches laitières. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.* (10), 5-16.

DULPHY J.P. et DEMARQUILLY C., 1975. Complémentation énergétique des rations à base d'ensilage d'herbe en cours de lactation. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A. (21), 31-40.*

I.N.R.A., 1978. *Alimentation des Ruminants.* Ed. INRA-Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

VERITE R., 1975. Utilisation comparée pour la production de lait de 3 rations à base de betteraves, de pulpes de betteraves ou d'ensilage de maïs : Utilisation de l'énergie et aspects digestifs et métaboliques. *Ann. Zotech.,* 24 (3), 373-390.

VERITE R. et JOURNET M., 1975. Alimentation des vaches laitières avec de l'ensilage de maïs :Influence de la nature de l'ensilage, de la suralimentation énergétique et de la nature de la complémentation azotée. I - Production laitière. *Ann. Zootech.* 24 (1), 95-107.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 43-46

COMPLEMENTATION DES RATIONS A BASE DE PAILLE PAR DES CEREALES ASSOCIEES OU NON A UNE SOURCE D'AZOTE

A. HODEN*
avec la collaboration de J.M. GIRAUD**

**Laboratoire de la Production laitière*
***Laboratoire de la Production de Viande - Domaine expérimental de Laqueuille*

Les résultats d'un essai précédent (HODEN et JOURNET, 1978), nous avaient montré que l'utilisation d'un blé riche en azote (16 p.100 N × 6,25), apporté à des génisses d'élevage comme seul complément (2,6 kg) d'une ration de paille, avait permis d'obtenir des performances satisfaisantes. A même apport de complément énergétique, les croissances obtenues (450 g/j) avaient en effet été comparables à celles observées avec les sources d'ANP et non significativement différentes (510 g/j) du traitement comportant de l'azote protéique (tourteau de soja).

Il nous est apparu intéressant de refaire cette comparaison durant l'hiver 1978-79 avec du maïs-grain et de l'orge moins riches en azote que le blé. Ces 2 céréales ont été comparées à 2 compléments azotés jugés corrects, l'un à base d'ANP (aliment liquide du commerce) et l'autre de type protéique (tourteau d'arachide) ; les 4 traitements étant effectués à des niveaux de complémentation iso-énergétiques.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

47 génisses d'élevage de races à viande (SL - CH - CH x AU), de 289 ± 33 jours d'âge et de 256 ± 40 kg en début d'hiver (22/11/78) ont été appariées pour constituer 4 lots d'animaux les plus comparables possibles. Durant une période expérimentale de 17 semaines, ces génisses ont reçu une ration de base comportant 1,5 kg de foin de graminées de bonne qualité et de la paille d'orge offerte à volonté. Par ailleurs, elles ont reçu l'une des 4 complémentations iso-énergétiques (2,5 UFL) suivantes :

Lot I - 2,3 kg maïs-grain,
Lot II - 2,5 kg d'orge,
Lot III - 2,15 kg de maïs-grain et 0,25 kg de tourteau d'arachide,
Lot IV - 1,8 kg de maïs-grain et l'aliment liquide "DAMILIQ 40" offert à volonté par l'intermédiaire de distributeurs (à roue ou à boules).

La complémentation minérale et vitaminique a été assurée en utilisant un composé (150 g/j) spécialement étudié pour les régimes à base de paille. Les animaux étaient conduits en stabulation libre couverte sur aire paillée par cases de 8 (ou 7) et 4 de façon à séparer les génisses les plus lourdes (277 kg en moyenne) des plus légères (214 kg).

Les résultats présentés aux tableaux I et II se rapportent aux 17 semaines expérimentales.

RESULTATS

- Le niveau d'ingestion de la ration de base a été relativement faible et en moyenne de 1,20 kg M.S. p.100 kg de poids vif dont 0,76 sous forme de paille. La consommation de paille a cependant été de 12,5 p.100 supérieure (0,81 contre 0,72 kg MS p.100 kg P.V.) pour les traitements III et IV par rapport aux traitements I et II ne comportant que des céréales. Comme nous l'avions déjà observé précédemment (HODEN et JOURNET, 1978), la consommation de paille a augmenté d'environ 50 p.100 entre le début et la fin de la période expérimentale.

TABLEAU I - VALEUR NUTRITIVE DES ALIMENTS

Aliments	Par kg de matière sèche			
	UFL(1)	MAT g(2)	PDIN g	PDIE g
Foins de graminées	0,70	116	72	76
Paille d'orge	0,45	34	21	42
Maïs-grain	1,27	104	79	115
Orge	1,16	116	82	103
Tourteau arachide	1,06	466	294	169
Damiliq 40		(par kg brut à 55 % de MS)		
	0,40	370	225	25

(1) Selon tables INRA, 1978
(2) Selon résultats d'analyse en laboratoire.

TABLEAU II - PRINCIPAUX RESULTATS ZOOTECHNIQUES
- MOYENNE DES 17 SEMAINES EXPERIMENTALES -

Traitements	I - Maïs-grain	II - Orge	III - maïs-grain + tourteau arachide	IV - maïs-grain + Damiliq 40
Nombre de génisses	11	12	12	12
Quantités ingérées-KgMS				
Paille	2,13	2,07	2,34	2,47
Foin de graminées	1,27	1,27	1,27	1,27
Maïs - grains	1,98	-	1,86	1,55
Orge	-	2,15	-	-
Tourteau arachide	-	-	0,22	-
Damiliq 40	-	-	-	0,44
Complément minéral	0,15	0,15	0,15	0,15
Ration totale % P.V.	1,90	1,92	1,95	2,01
Poids vif moyen - kg	291	294	299	296
Gain de poids vif moyen g/j	484 ± 124^{AB}	532 ± 69^{C}	629 ± 119^{AC}	575 ± 61^{B}
Apports UFL	4,36	4,31	4,54	4,29
PDIN g	293	311	352	444
PDIE g	414	405	446	398
MAT g	426	467	523	686
Gain de poids vif par UFL - g	111	123	139	134

Les traitements suivis des mêmes lettres sont significativement différents au niveau P < 0,01.

- la consommation d'aliment liquide a été normale et en moyenne de 800 g soit un apport d'environ 300 g de matières azotées totales par jour soit 105 g « d'équivalent urée » à 46 p.100 d'azote (35 g p.100 kg P.V.). Les apports azotés de l'aliment liquide ont ainsi représenté environ 44 p.100 des apports totaux.

- En moyenne, les gains de poids vifs calculés par régression (12 pesées par animal) ont été significativement plus élevés ($P < 0,01$) pour les traitements III et IV (602 g/j) par rapport aux traitements I et II (508 g/j) à base de céréales uniquement. Les traitements I et II ne sont pas significativement différents entre eux bien que l'orge ait permis une croissance supérieure de près de 50 g/j par rapport au maïs-grain. Il en est de même pour les traitements III et IV bien que le tourteau ait permis un gain de poids vif supérieur de 54 g/j par rapport à l'aliment liquide.

- Les apports énergétiques ont été en moyenne de 4,4 UFL par jour et correspondent aux apports alimentaires recommandés (INRA, 1978) permettant d'assurer une croissance moyenne d'environ 550 g/j des génisses d'un poids vif de 300 kg. Les apports UFL totaux ont été légèrement supérieurs (+ 0,22 UFL) pour le traitement III par rapport à la moyenne des 3 autres traitements.

- Les apports azotés exprimés en PDIE ont toujours été suffisants ($\geqslant 400$ g/j) par rapport aux recommandations alimentaires (INRA, 1978). En revanche, les apports PDIN ont été déficitaires d'environ 100 g pour les régimes à base de céréales et 50 g pour la complémentation comportant le tourteau. Ils n'ont été couverts qu'avec le traitement IV. L'écart des apports PDIN par rapport aux PDIE a ainsi varié de 28 g (traitement I) à environ 21 g (traitements II et III) par UFL. Simultanément, le taux azoté de laration a varié d'environ 8 p.100 pour les traitements I et II à 9 et 11,5 p.100 respectivement pour les traitements III et IV.

CONCLUSION - DISCUSSION

Les résultats obtenus permettent de confirmer et de préciser les points suivants :

- La complémentation azotée correcte de telles rations s'avère efficace. Le gain de poids vif supplémentaire obtenu par rapport au maïs-grain seul a en effet atteint près de 150 g/j en apportant 250 g de tourteau d'arachide en substitution à 150 g de maïs-grain, mais avec dans ce cas un apport énergétique légèrement supérieur (+ 0,2 UFL). De même, un apport suffisant de PDIN par l'intermédiaire dans notre cas d'un aliment liquide a permis d'améliorer la croissance de près de 100 g par jour. Le gain de poids vif par UFL a été de 16 p.100 plus élevé avec les régimes correctement complémentés en azote par rapport à ceux comportant des céréales uniquement. Ceci confirme (JOURNET, 1978 et 1979 ; VERITE, 1978 ; BARATON et PFLIMLIN, 1978) l'intérêt de satisfaire les besoins en N fermentescible des microorganismes pour maximiser le niveau d'ingestion et la digestibilité des fourrages et en conséquence l'apport énergétique.

- Une complémentation à raison d'environ 2,5 kg de céréales à 11 p.100 de MAT d'une ration à base de paille associée à 1,5 kg de foin de graminées de bonne qualité (0,70 UFL - 11,6 p.100 MAT) permet d'obtenir une croissance apparente de l'ordre de 500 g/j. Mais par rapport aux lots III et IV correctement complémentés, la carence en azote fermentescible (PDIN) a bien limité la croissance des animaux. Il semble cependant préférable d'utiliser l'orge par rapport au maïs-grain en raison de sa teneur en matières azotées généralement plus élevée et de sa solubilité de l'azote plus importante (VERITE, 1978).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'U.L.N. de son concours technique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARATON Y., A. PFLIMLIN, 1978. Comparaison "Protane - tourteau de soja" pour la production laitière menée dans 45 exploitations laitières au cours de l'hiver 1977-78. Document ITEB-EDE n° 78-121.

HODEN A., JOURNET M., 1978. Etude de la complémentation azotée non protéique dans le cas des rations à base d'ensilage de maïs ou de fourrages pauvres distribués à des génisses d'élevage. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, INRA*, 33, 11-18.

JOURNET M., 1978. Nouvelles recommandations azotées. Le système PDI. in *"La vache Laitière"* p. 159-182. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

JOURNET M., 1979. Utilisation de l'azote non protéique par les ruminants. Numéro spécial du B.T.I.-*Economies de Protéines* (*sous-presse*).

I.N.R.A., 1978. *Alimentation des Ruminants.* Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

VERITE R., 1978. Alimentation azotée des vaches laitières. in *"La Vache Laitière"*, p. 183-197. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., 1979 (38) 47-55

LA DEGUSTATION

UNE METHODE D'EVALUATION DES QUALITES ORGANOLEPTIQUES DE LA VIANDE

C. TOURAILLE

Station de Recherches sur la Viande

INTRODUCTION

La consommation de viande en France avoisine 100 kg d'équivalent carcasse par habitant et par an ; c'est un aliment cher qui représente plus du tiers du budget d'alimentation des ménages. Dans notre alimentation son premier rôle est d'apporter des protéines. Cependant le consommateur qui achète du boeuf par exemple, ne se base pas uniquement sur les qualités nutritives pour faire son choix ; sinon pourquoi payer cher du filet ou du faux filet, alors que le pot au feu est tout aussi ''nourrissant''. Ce qui compte pour l'acheteur, c'est principalement la satisfaction qu'il retire de la consommation de cet aliment. Or cette satisfaction est directement liée aux caractéristiques qu'il perçoit grâce à ses sens (couleur, tendreté, arôme) c'est-à-dire aux qualités organoleptiques de la viande. Il est donc important de pouvoir mesurer, ou tout au moins évaluer, les caractéristiques sensorielles, pour connaître les répercussions de facteurs zootechniques (race des animaux, âge, alimentation etc...) ou technologiques (conditions d'abattage, refroidissement des carcasses etc...) sur la qualité de la viande.

L'évaluation des qualités organoleptiques peut se faire par deux types de méthodes :

- Des méthodes indirectes faisant appel à des appareils capables de mesurer certaines caractéristiques physico-chimiques de la viande, ces mesures étant plus ou moins bien reliées aux perceptions sensorielles. Il est possible de mesurer la couleur par spectro-photométrie, d'évaluer la tendreté par des mesures mécaniques de cisaillement ou d'écrasement ou par dosage du collagène, de mesurer la rétention d'eau. En ce qui concerne la flaveur il est possible d'isoler les composés responsables par chromatographie, puis de les identifier par spectrométrie de masse.

- Une méthode directe faisant appel à un jury de dégustateurs, lesquels, à l'aide de leurs sens, évaluent les propriétés sensorielles de la viande. Cette technique d'évaluation ou d'analyse sensorielle est lourde à mettre en oeuvre, elle est souvent critiquée car jugée subjective. C'est pourquoi on cherche à lui substituer, lorsque cela est possible, des mesures instrumentales ; cependant la dégustation reste la méthode de référence à laquelle les mesures instrumentales doivent se référer pour prouver leur validité.

LES BASES DE L'ANALYSE SENSORIELLE

La perception sensorielle

Nos sens nous permettent de percevoir le monde qui nous entoure. De nos 5 sens, 4 jouent un rôle important dans l'appréciation des aliments :

- la vision nous permet de juger l'aspect et surtout la couleur qui joue un rôle important au moment de l'achat de la viande ;
- l'olfaction et la gustation nous permettent d'apprécier la flaveur de l'aliment, que l'on nomme communément le ''goût''. La gustation, perçue au niveau de la langue est limitée aux quatre saveurs (salée, sucrée, acide, amère). L'olfaction, qui se perçoit au niveau du nez est beaucoup plus riche puisque l'on peut

Avantages et inconvénients des deux types d'évaluation des qualités organoleptiques

MESURES INSTRUMENTALES	MESURES SENSORIELLES
Indirectes	Directes
Plus ou moins sensibles suivant le détecteur	Très sensibles (odeurs par exemple)
Nécessitent parfois un matériel coûteux (spectrométrie de masse)	Peuvent se réaliser partout
Un opérateur suffit	Nécessitent de nombreux juges
Demandent généralement beaucoup moins de viande	Destructives, demandent beaucoup de produit
Plus stables dans le temps	Peu stables dans le temps
Paraissent plus ''objectives''	Souvent critiquées

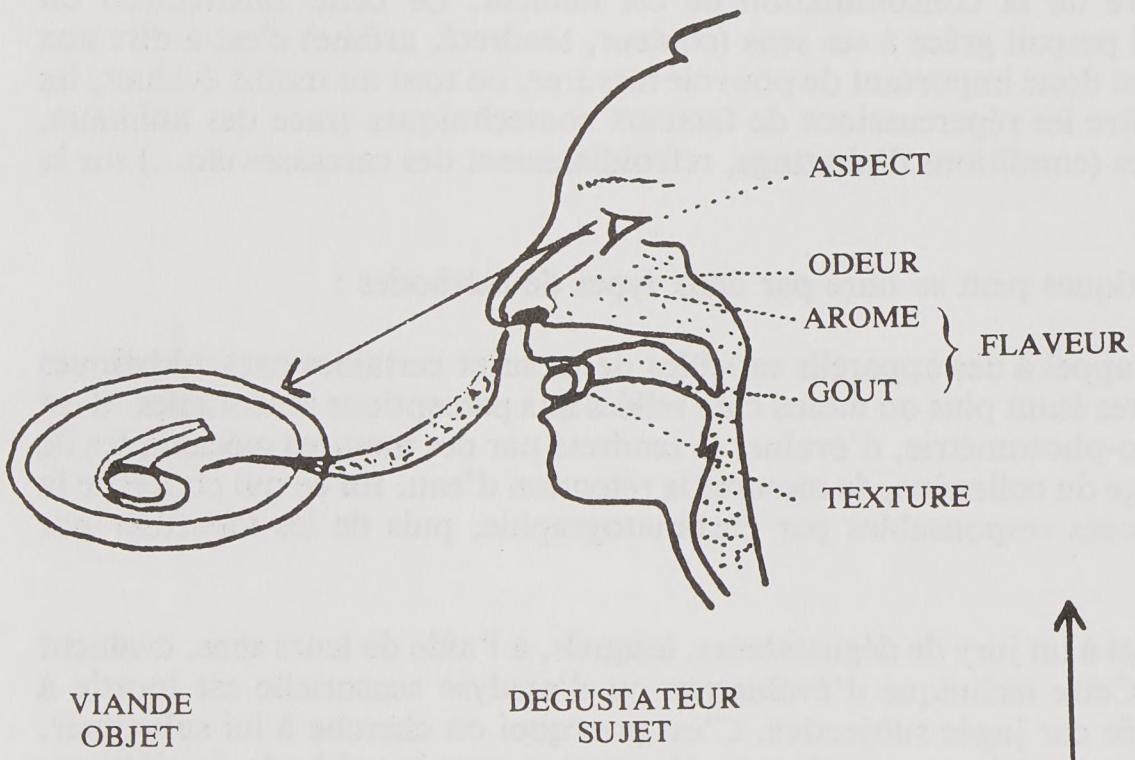


Figure 1 : Les diverses perceptions sensorielles

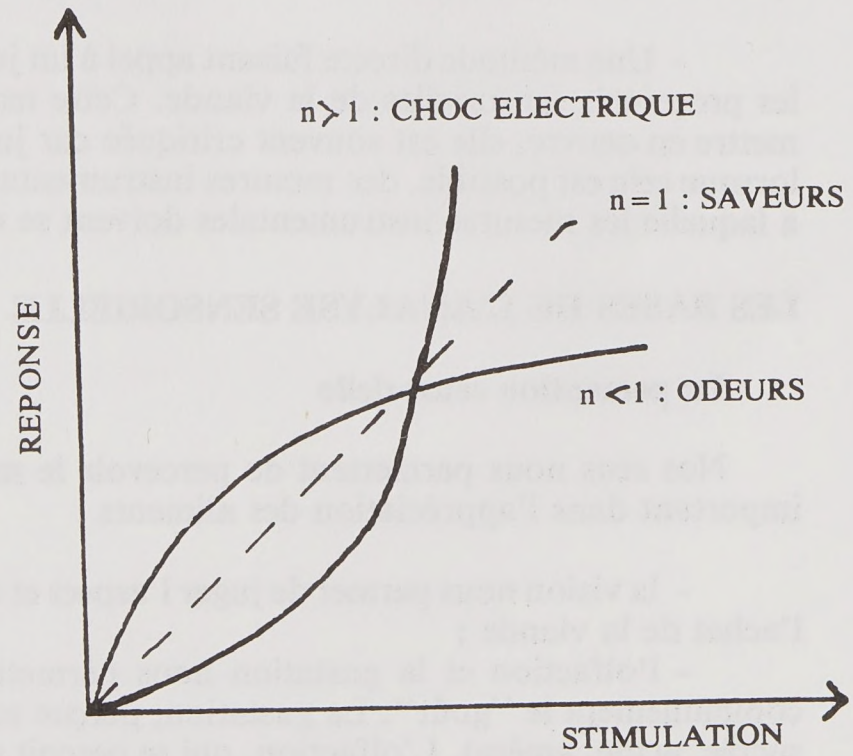


Figure 2 : Relation entre la stimulation et la réponse (loi de STEVENS)
$R = kS^n$.

percevoir un très grand nombre d'odeurs, soit par voie directe en flairant, soit par voie rétronasale lorsque le produit est dans la bouche : on parle alors de l'arôme ;

- enfin la kinesthésie (perception des forces au niveau des muscles) ainsi que le sens tactile, nous permettent d'évaluer la texture ou consistance de la viande, en particulier sa tendreté.

Les principales caractéristiques de notre perception sensorielle sont sa très grande faculté de discrimination, dans le domaine des odeurs en particulier, et sa très grande sensibilité. La sensibilité de notre nez aux odeurs se révèle parfois meilleure que celle des détecteurs physiques. L'éthylmercaptan par exemple, qui a une odeur de chou pourri, est encore détectable à raison d'un gramme dilué dans 1 million de m3 d'air, alors qu'il en faut 10 à 100 fois plus pour un détecteur physique.

Cette sensibilité est cependant très variable selon les individus, le seuil de perception pouvant varier dans de larges proportions. Certaines personnes se révèlent partiellement ou totalement anosmique (c'est-à-dire qu'elles ne perçoivent pas les odeurs). On peut citer l'exemple de certains porcs mâles non castrés dont la viande dégage une odeur caractéristique, très désagréable, à la cuisson. Cette odeur due à l'androsténone n'est pas perçue par une partie importante de la population. On connaît de même de grandes variations pour les seuils de perception des saveurs.

La relation entre perception (ce que l'on ressent), et stimulation (ce qui provoque la sensation), n'est pas linéaire ; elle s'exprime par une loi puissance (loi de STEVENS). L'intensité de la perception croîtra proportionnellement plus vite (choc électrique) ou moins vite (odeurs) que la stimulation. Ce n'est donc pas parce qu'un composé est présent en deux fois plus grande quantité que l'intensité de l'odeur sera double. De plus il est pratiquement impossible de prévoir l'odeur d'un mélange de diverses molécules odorantes. Il ne suffit donc pas de connaître la quantité des divers composants responsables de l'arôme, pour connaître la flaveur d'un produit.

Les buts de la dégustation

Selon le Magnen il faut distinguer trois aspects dans la perception sensorielle :

- quantitatif (tel échantillon est plus sucré)
- qualitatif (telle odeur ressemble à telle autre)
- hédonique (j'aime, je n'aime pas).

Les deux premiers sont objectifs dans la mesure où ils ne dépendent que de l'objet, le troisième par contre est essentiellement subjectif.

La dégustation peut donc poursuivre deux buts selon que l'on s'intéresse au produit ou à celui qui le consomme.

Pour connaître les goûts du consommateur il est nécessaire d'effectuer des dégustations portant sur le plus grand nombre possible de consommateurs habituels du produit, à qui l'on demande une préférence. Ces enquêtes peuvent être réalisées au laboratoire ou à domicile. Dans ce type d'étude il est bon de pouvoir tenir compte de la personnalité des juges (critères socio-économiques, régionaux etc...). Mais il est très coûteux et souvent impossible (ne serait-ce qu'à cause de la taille d'un muscle), de réaliser ce test avec de très grands nombres de dégustateurs ; aussi le réalise-t-on le plus souvent avec un nombre plus réduit de personnes, donc moins bien représentatives de la population étudiée. De plus il ne faut pas perdre de vue qu'au moment de l'achat d'autres facteurs influencent le consommateur : le prix, la publicité, la disponibilité et la facilité d'emploi. Ces enquêtes, si elles renseignent sur les goûts du consommateur, n'apportent pas d'information sur le produit.

Si l'on veut évaluer les caractéristiques de la viande, il sera nécessaire de réaliser une dégustation où les juges évaluent objectivement certaines caractéristiques du produit. Dans ce cas, on évite les questions de type hédonique, donc subjectives, pour poser des questions descriptives. Par exemple de ces deux échantillons quel est le plus tendre, ou bien tel morceau de viande a-t-il une flaveur plus développée que tel autre ? Les dégustateurs ont alors le rôle d'un instrument de mesure et, comme pour tout instrument, il est bon de connaître ses caractéristiques et ses performances.

LES TECHNIQUES

Le jury de dégustateurs

Pour réaliser des épreuves de dégustation il est nécessaire de réunir un jury. En effet les réponses d'un ''expert'' jugeant seul, sans appel, sont trop sujettes à caution.

La constitution d'un jury est souvent un des points les plus délicat, un nombre suffisant de juges se révèlant nécessaire pour contrebalancer les variations individuelles. On considère en général que 8 à 12 juges constituent un nombre raisonnable, mais tout dépend du but poursuivi et de l'ampleur des différences à mettre en évidence.

Tous les individus peuvent-ils faire partie d'un jury, ou bien est-il nécessaire de sélectionner les juges ? Il n'existe pas de méthode de sélection universelle adaptable dans tous les cas et pour tous les produits. Le premier critère important est la disponibilité, les juges devant pouvoir être libres au moment des dégustations, surtout pour la viande qui se mange chaude et qui ne peut attendre d'être dégustée. Un autre point important est la motivation des juges, ceux-ci doivent avoir envie de venir déguster. Lorsque la dégustation devient une tâche rebutante pour un individu, la qualité de ses réponses s'en ressent.

Parmi les méthodes de sélection on trouve souvent la mesure des seuils aux quatre saveurs, ce type de sélection se révèle de peu d'intérêt dans le cas de la viande où la texture tient une place prépondérante. Il semble plus logique de sélectionner les juges sur le produit qu'ils auront à déguster par la suite.

S'il paraît indispensable d'éliminer des personnes qui présentent une anosmie ou une agueusie (non perception des saveurs)totale, il est par contre bien difficile de dire si un juge est meilleur qu'un autre. Tout au plus peut-on comparer les réponses d'un individu à celles de l'ensemble des autres dégustateurs, car on ne connaît pas à priori la ''bonne réponse''. Mais sélectionner suppose que le nombre de volontaires est plus grand que celui des juges nécessaires, ce n'est malheureusement pas toujours le cas... Si la sélection est souvent difficile à réaliser par manque de critères, et de volontaires, il est par contre très utile d'entraîner les juges pour que tous acquièrent un vocabulaire commun, et soient habitués aux divers types d'épreuves qu'ils rencontreront.

A la Station de Recherches sur la Viande les juges sont recrutés parmi le personnel du Centre de Theix. Ils acceptent de venir régulièrement une fois par semaine pendant une heure en fin de matinée. Les 8 à 10 premières séances constituent une phase d'entraînement où les juges sont amenés à reconnaître les 4 saveurs, un certain nombre d'odeurs ; puis ils s'entraînent à classer des échantillons en fonction de l'intensité croissante de l'odeur ou de la saveur, enfin ils se familiarisent avec les questionnaires et dégustent de la viande.

Préparation des échantillons

Une des principales difficultés liée à l'étude de la viande vient de ce que celle-ci doit être cuite avant consommation ; or cette cuisson en modifie profondément les propriétés, aussi bien sur le plan de la texture que de la flaveur.

Il existe de nombreux modes de cuisson de la viande adaptés aux divers types de muscles. On peut les classer en 2 grands groupes : cuisson rapide, sèche, et cuisson longue en milieu humide, la cuisson rapide est adaptée aux muscles tendres et la cuisson longue aux muscles plus durs. On élimine, en général, les préparations en sauces et tout assaisonnement qui pourraient masquer les différences que l'on cherche à mettre en évidence.

Les modes de cuisson rapide que l'on peut utiliser sont : le rôti, la grillade et le sauté.

- *Rôti* : une pièce de viande d'un poids de 1 à 2 kg est cuite dans un four par l'air chaud. Si l'on souhaite obtenir une viande ''saignante'' la température du four sera assez élevée (250-300°C).

Le contrôle de la cuisson peut se faire de 2 manières : par un temps de cuisson proportionnel au poids (un quart d'heure par livre), ou par mesure de la température à coeur grâce à un thermomètre ou un thermo-couple. Pour un rôti de boeuf ''saignant'' la température à coeur est de l'ordre de 45 -50°C ; elle est plus élevée pour le veau et l'agneau.

- *Grillade* : ce mode de cuisson par chaleur rayonnante, sans contact, est bien adapté aux pièces épaisses (type côte de boeuf). La viande est placée à une certaine distance de résistances chauffantes, d'autant plus loin que la viande est épaisse ; dans ce cas il faut retourner le morceau à mi cuisson, il est donc plus difficile de mesurer la température à coeur.

- *Sauté* : il s'agit d'une cuisson par contact ; la viande est placée dans une poêle ou sur une plaque chauffante. Ce mode de cuisson est bien adapté aux steaks consommés en France, c'est-à-dire assez minces (1 à 1,5 cm). Il est souvent difficile d'insérer un thermo-couple, aussi se base-t-on sur un temps de cuisson standard.

Les cuissons longues, comme le braisé (cuisson en milieu humide) et le bouilli (cuisson de type ''pot au feu''), sont moins utilisées en analyse sensorielle.

Le rôti et le sauté représentant les modes de cuisson les plus utilisés par les consommateurs pour les morceaux nobles, ce sont ceux que nous utilisons de préférence, mais nous avons aussi utilisé la ''Fondue Bourguignonne'' où les juges font cuire de petits cubes de viande dans de l'huile chaude. Ce mode de cuisson offre l'avantage d'être agréable à réaliser, mais il limite l'étude à la tendreté.

Pour que les dégustations se déroulent dans de bonnes conditions un certain équipement est nécessaire.

Tout d'abord les juges doivent être isolés et ils ne doivent pas communiquer entre eux. C'est pourquoi les séances de dégustation ont lieu dans des salles spécialement aménagées où des cabines permettent d'isoler les juges. Il est utile de pouvoir faire varier l'éclairage pour masquer d'éventuelles différences de couleur entre échantillons.

Une cuisine équipée de différents systèmes de cuisson (four, grill...) est indispensable. Un système de passe-plats entre la cuisine et les cabines se révèle assez pratique mais n'est malheureusement pas toujours réalisable. Pour servir les échantillons nous utilisons des assiettes à compartiments, ce qui permet de présenter plusieurs échantillons en même temps ; ces assiettes sont préchauffées lorsque la dégustation a lieu avec des produits chauds. Il est en effet important de veiller à ce que la dégustation se déroule dans des conditions aussi agréables que possible. Les juges ont à leur disposition du pain (pain de mie, assez neutre au goût) et de l'eau (à température ambiante). Au cours d'une même séance il semble souhaitable, pour éviter la lassitude, de varier les types d'épreuves et les produits dégustés.

Enfin il est important que les juges sachent le moins de choses possible sur l'expérimentation en cours, en particulier en ce qui concerne la provenance des échantillons ; c'est pourquoi ceux ci sont repérés à l'aide de codes. De même l'ordre de présentation des échantillons pouvant avoir une influence, on veille à ce que cet ordre varie selon les juges.

LES DIVERSES EPREUVES SENSORIELLES

- *Epreuves de différences*

L'épreuve la plus simple consiste à chercher si une différence est perceptible entre deux échantillons : par exemple deux traitements technologiques vont-ils engendrer une différence organoleptique ?

Dans ce cas on peut effectuer une épreuve par paire. Les juges ont deux échantillons à comparer et doivent les différencier selon un critère : quel est l'échantillon le plus tendre ? quel est le plus juteux ?

Si l'on ne connaît pas a priori le critère sur lequel va porter la différence on réalisera soit une épreuve duo trio, soit une épreuve triangulaire. Dans l'épreuve duo trio on présente d'abord un témoin, puis deux échantillons dont l'un est identique au témoin ; les juges doivent alors reconnaître lequel. Dans l'épreuve triangulaire on présente un échantillon seul et l'autre doublé, les juges doivent reconnaître l'échantillon unique.

L'épreuve triangulaire offre l'avantage d'être assez rapidement significative, les juges n'ayant qu'une chance sur trois de donner par hasard la bonne réponse. Il est bien sûr possible après une épreuve triangulaire de demander le sens d'une différence, on ne prend alors en compte que les réponses des juges qui ont reconnu l'échantillon unique.

TABLEAU 1 : EXEMPLES D'ECHELLES DE NOTATION

Qualificatifs :

Très juteux ▱

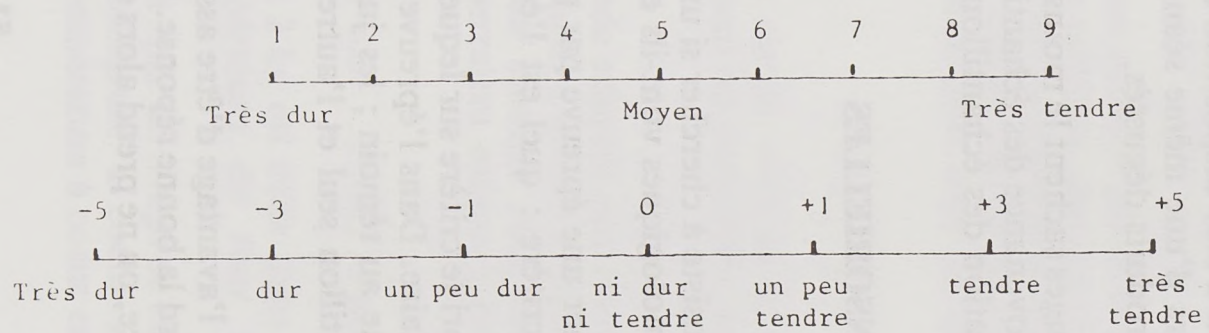
Juteux ▱

Moyen ▱

Sec ▱

Très sec ▱

Echelles structurées :



Echelle non structurée :

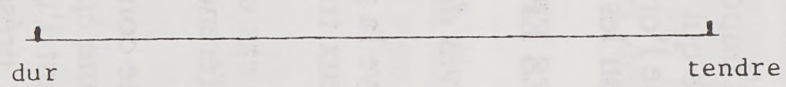


TABLEAU 2 : EXEMPLE D'APPLICATION DE LA LOI BINOMIALE.

Epreuve :	Par paire (test bilatéral*)		Triangulaire	
Nombre total de réponses	Nombre de réponses identiques nécessaires		Nombre de bonnes réponses nécessaires	
	au seuil 5 %	0,1 %	au seuil 5 %	0,1 %
5	-	-	4	5
6	6	-	5	6
7	7	-	5	7
8	8	-	6	8
9	8	-	6	8
10	9	-	7	9
11	10	11	7	9
12	10	12	8	10
20	15	18	11	14
50	33	37	24	28
100	61	67	43	49

* Test bilatéral : si on ne connaît pas a priori le sens de la différence.

L'inconvénient de l'épreuve triangulaire est que tous les critères vont aider les juges à reconnaître l'échantillon unique, aussi bien la couleur que des différences de température etc... Il faudra donc s'assurer que rien ne vient fausser le test.

Avec plus de deux échantillons on peut effectuer un classement, en demandant par exemple de ranger plusieurs échantillons de viande en fonction de l'intensité de l'odeur ou de la jutosité.

- *Epreuves de notations*

Souvent on souhaite obtenir plus d'informations qu'une simple comparaison ; on demande alors aux juges de mettre une note en fonction de l'intensité d'un critère.

Il existe divers systèmes de notation : soit on utilise un qualificatif (très dur, dur, moyen, tendre, très tendre) qui est ensuite transformé en notes, soit on utilise directement une échelle. Celle-ci peut être structurée ou non, et comporter un nombre variable de notes en général 5 à 9. (Tableau 1)

- on peut enfin réaliser des *épreuves de type profil* où les juges analysent les nombreuses composantes d'une perception. Ces profils peuvent se réaliser pour la texture ou pour l'odeur ; par exemple pour décrire l'odeur d'un échantillon les juges décomposent cette perception globale en une somme d'odeurs ''primaires''. Ces profils ont été réalisés dans le cas de viande de boeuf en boîte et pour étudier l'influence de la cuisson aux micro-ondes. Ce type d'épreuve nécessite des juges particulièrement entraînés.

Pour les viandes les caractéristiques sensorielles principales sont : la tendreté, c'est-à-dire la facilité avec laquelle un morceau de viande se laisse mastiquer ; la jutosité qui est liée à la plus ou moins grande libération de jus au cours de la mastication et, enfin, la flaveur qui fait qu'une viande est plus ou moins fade et qu'elle a ou non l'arôme caractéristique.

Le point fondamental des diverses épreuves est de savoir si l'on fait des comparaisons ou bien si l'on demande un jugement absolu. Il faut bien voir qu'une mesure est la comparaison d'une grandeur à un étalon, mais ces étalons font défaut en analyse sensorielle. Donc, soit on fait appel à la mémoire des juges mais dans ce cas on ne pourra mettre en évidence que de grandes différences ; soit on ne fait que des comparaisons et dans ce cas on est limité par le nombre d'échantillons qu'il est possible de comparer. Si l'épreuve est simple, par exemple un classement sur l'odeur, 6 échantillons peuvent être comparés mais s'il y a plusieurs critères à juger et qu'il est nécessaire de goûter la viande on ne peut guère dépasser 4 échantillons.

Comme pour toute expérimentation il ne suffit pas d'obtenir des résultats, encore faut-il les interpréter pour savoir si une différence observée est significative ou pas. Pour les épreuves par paire, triangulaires, duo trio, les seuils de signification des différences sont calculés grâce à la loi binômiale. Des tables calculées grâce à cette loi permettent de savoir immédiatement si l'épreuve est significative (tableau 2).

A partir de classements on effectue la somme des rangs que l'on compare aux valeurs calculées pour savoir s'il existe des différences significatives, ou bien on réalise l'équivalent d'une analyse de variance grâce au test de Friedman.

Enfin si l'on veut interpréter des notes on réalisera une analyse de variance à 2 voies qui permet de déterminer si les différences entre juges d'une part, et les différences entre produits d'autre part ; sont significatives. Dans le cas où l'on dispose de très nombreuses données il est possible d'utiliser les techniques modernes d'analyse de données telle que l'analyse en composantes principales.

Les techniques statistiques sont bien décrites dans de nombreux ouvrages, mais il ne faut appliquer ces techniques que sur des données indiscutables.

CONCLUSION

« Des goûts et des couleurs il ne faut pas discuter » dit le proverbe ; c'est pourtant bien là le but de l'analyse sensorielle. Ce but doit cependant être bien clair : étude de préférence, ou analyse du produit.

- s'il s'agit d'une étude de préférence, les résultats seront dépendants des juges. Il ne faut donc pas les interpréter par des moyennes, mais par des fréquences. On ne peut pas dire que tel produit est « meilleur » que tel autre, mais qu'il est préféré par un certain pourcentage de la population. Il est alors pratiquement impossible de relier ces préférences à des mesures physico chimiques.

- Par contre dans le cas d'une étude des caractéristiques de la viande, où le jury joue le rôle d'un instrument de mesure, l'étude est objective et relativement indépendante des juges. On peut alors corréler ces évaluations avec des mesures instrumentales.

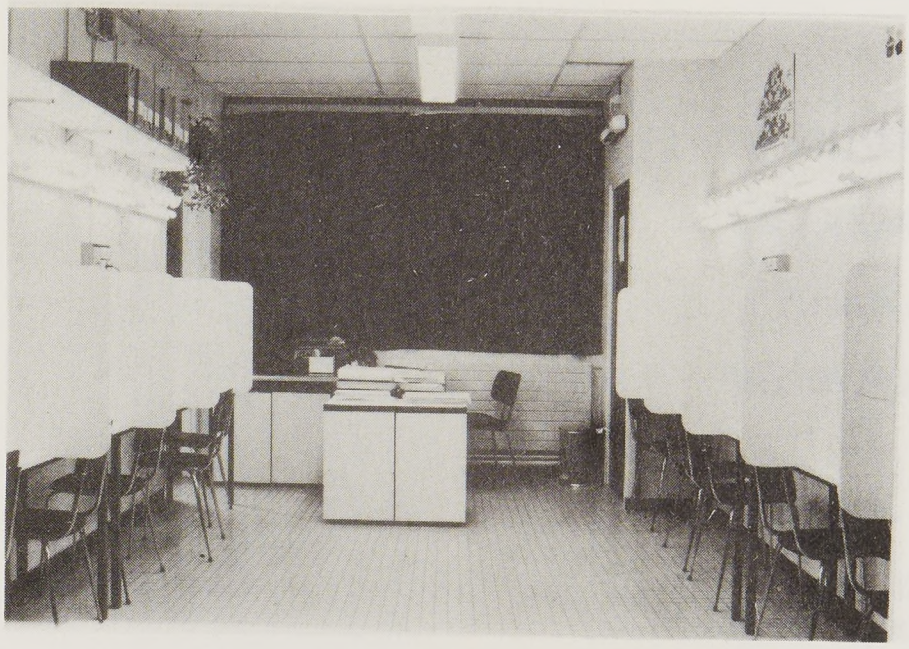
Toutefois dans un cas comme dans l'autre la dégustation est une technique délicate à mettre en oeuvre, pour laquelle de nombreux facteurs peuvent venir fausser les résultats. Elle ne doit donc être appliquée qu'avec la plus grande rigueur.

Des méthodes instrumentales peuvent dans certains cas se substituer à l'analyse sensorielle, par exemple la force de cisaillement est assez bien corrélée à l'impression de tendreté, lorsque l'on étudie une large gamme de muscles présentant de grandes variations. Mais,par contre, lorsque l'étude porte sur un même muscle, il s'avère que l'analyse sensorielle est la technique la plus sensible. Par exemple,dans une étude portant sur la comparaison de viande de boeuf et taurillon nous avons pu mettre en évidence des différences de tendreté grâce au jury de dégustateurs, alors que les mesures mécaniques ne permettraient pas de conclure à une différence significative.

La dégustation est donc indispensable, car elle est la seule méthode directe d'évaluation des caractéristiques sensorielles. C'est à elle que doivent se référer les méthodes instrumentales.

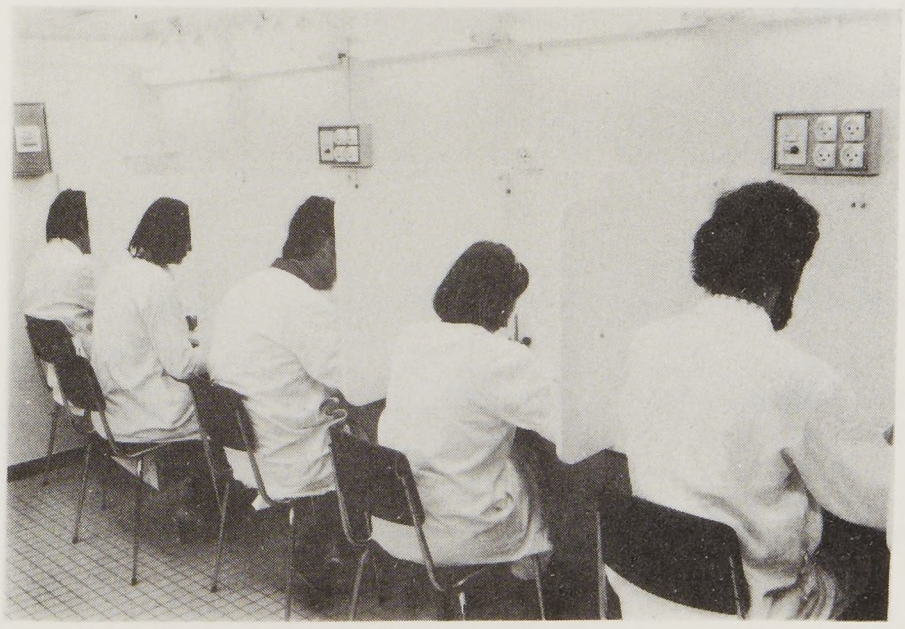
De plus, pour suivre l'évolution des goûts et des habitudes alimentaires des consommateurs elle reste la seule technique possible, aucune autre ne pouvant lui être substituée.

Il faut donc remercier les dégustateurs car ils effectuent un travail indispensable pour le bien de toute la collectivité.



La salle de dégustation

Une cabine



Dégustateurs au travail

NB. Une présentation permettant une utilisation plus facile du système des U.E.B pour le rationnement des bovins en croissance et à l'engrais sera faite dans la brochure "Pratique de l'alimentation des bovins" dont la publication est prévue pour le Salon Agricole 1980.

Elle résultera du travail d'un groupe I.N.R.A - I.T.E.B - E.D.E et tiendra compte des remarques et suggestions faites par les utilisateurs.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1979 (38) 57-79

LE SYSTEME DES UNITES D'ENCOMBREMENT POUR LES BOVINS

Département d'Elevage des Ruminants *

INRA - Theix 63110 BEAUMONT

Dans la très grande majorité des situations, en France notamment, on s'efforce de faire ingérer aux Ruminants la quantité maximum de fourrages de façon à réduire la quantité d'aliments concentrés au minimum nécessaire pour atteindre le niveau de production souhaité. Pour établir des rations qui soient effectivement ingérées, il faut connaître au mieux la valeur de trois paramètres : la capacité d'ingestion des animaux (souvent appelée à tort l'appétit), l'ingestibilité des fourrages pour ces animaux et le taux de substitution des aliments concentrés aux fourrages.

Le système des unités d'encombrement (UE) proposé par l'INRA dans le « livre rouge » sur l'Alimentation des Ruminants (cf notamment articles de JARRIGE et de DEMARQUILLY et al.) permet de calculer rapidement la quantité maximum de fourrages ingérée par les animaux, que ces fourrages soient distribués seuls ou associés à des aliments concentrés.

Il est semblable dans son principe au système des unités fourragères pour l'énergie. Il repose sur les bases suivantes :

- l'unité d'encombrement (UE) est une unité de substitution. Par définition, un kg de matière sèche d'herbe de pâturage de référence a une valeur d'encombrement d'une unité (1 UE), de même que l'orge de référence a une valeur énergétique d'une unité fourragère (1 UFL ou 1 UFV).
- l'ingestibilité de chaque fourrage a une valeur unique en UE, indépendamment de la catégorie d'animaux qui le consomme, et cette valeur est additive.

- la quantité de fourrages ingérée dans une ration mixte peut être calculée directement en tenant compte des phénomènes de substitution dus à l'apport d'aliment concentré.

Nous avions bien souligné que le système des UE était à l'état d'ébauche surtout parce que l'ingestibilité des fourrages et le taux de substitution des concentrés aux fourrages avaient été mesurés essentiellement sur des béliers castrés en fin de croissance. L'extrapolation de ces données aux bovins posait donc certaines difficultés. Celles ci ont été résolues au cours des derniers mois, essentiellement en introduisant une UE pour les bovins, UEB, à côté de celle pour les moutons, UEM. Chaque fourrage a donc désormais deux valeurs UE.

Nous présentons ici le nouveau système des UEB avec l'origine des valeurs et son application au calcul des rations*. Les lecteurs pressés peuvent dans un premier temps, aller directement aux exemples pratiques présentés dans le dernier chapitre.

* Texte préparé par un groupe de travail du Département d'Elevage des Ruminants comprenant :
- R. Jarrige
- C. Demarquilly et J.P. Dulphy du Laboratoire des Aliments,
- A. Hoden et M. Journet du Laboratoire de la Production Laitière,
- C. Béranger, Y. Geay, C. Malterre, D. Micol, M. Petit et J. Robelin du Laboratoire de la Production de Viande

* Les valeurs UEB figurent dans le tableau 8 ainsi que dans la brochure sur la Pratique de l'Alimentation des vaches laitières préparée par l'INRA, l'ITEB et certains EDE qui devrait paraître à la fin novembre.

FIGURE 1 : RELATIONS ENTRE LA VALEUR D'ENCOMBREMENT D'UN FOURRAGE (UEM) ET SON INGESTIBILITE CHEZ LE MOUTON STANDARD.

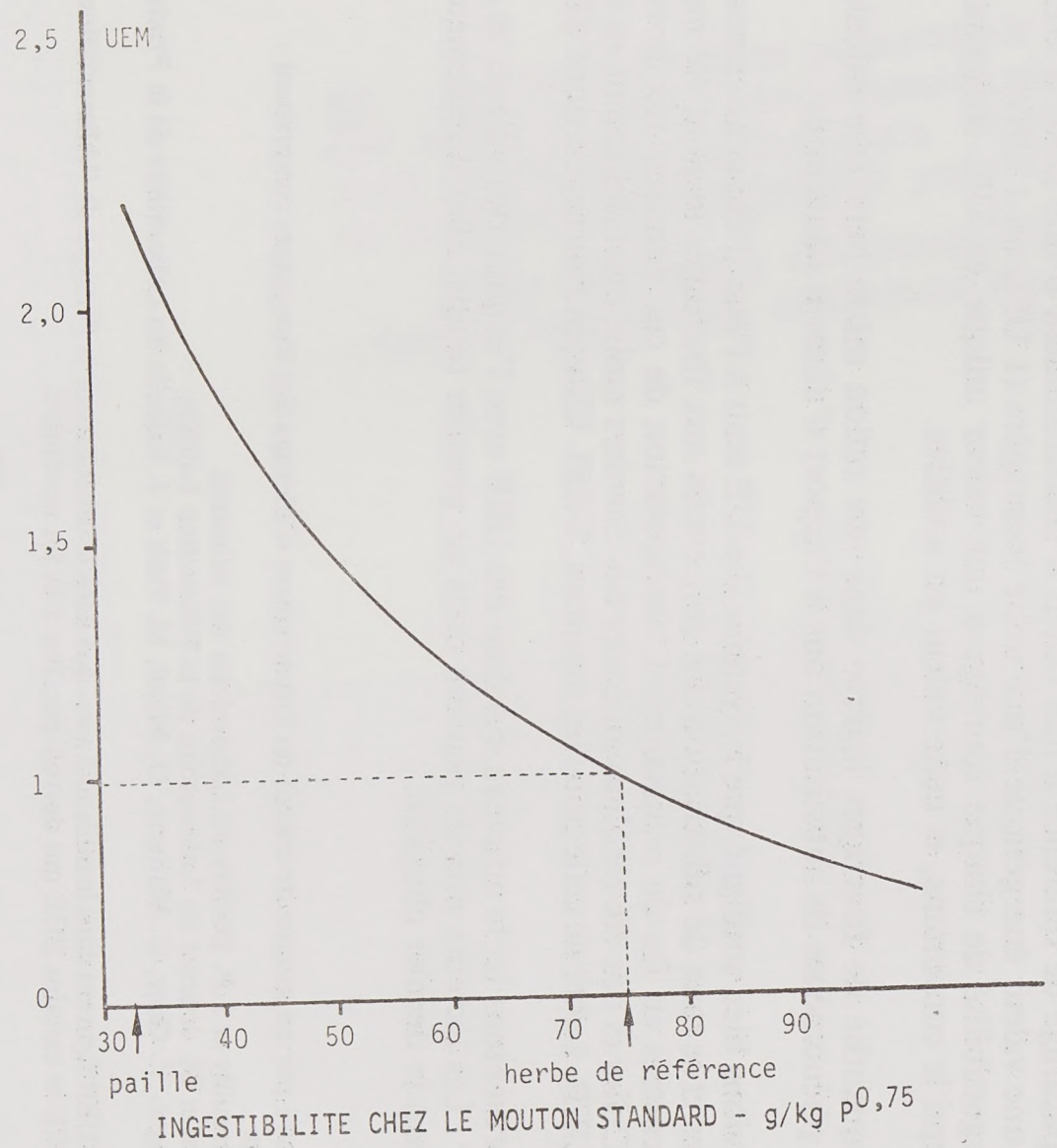
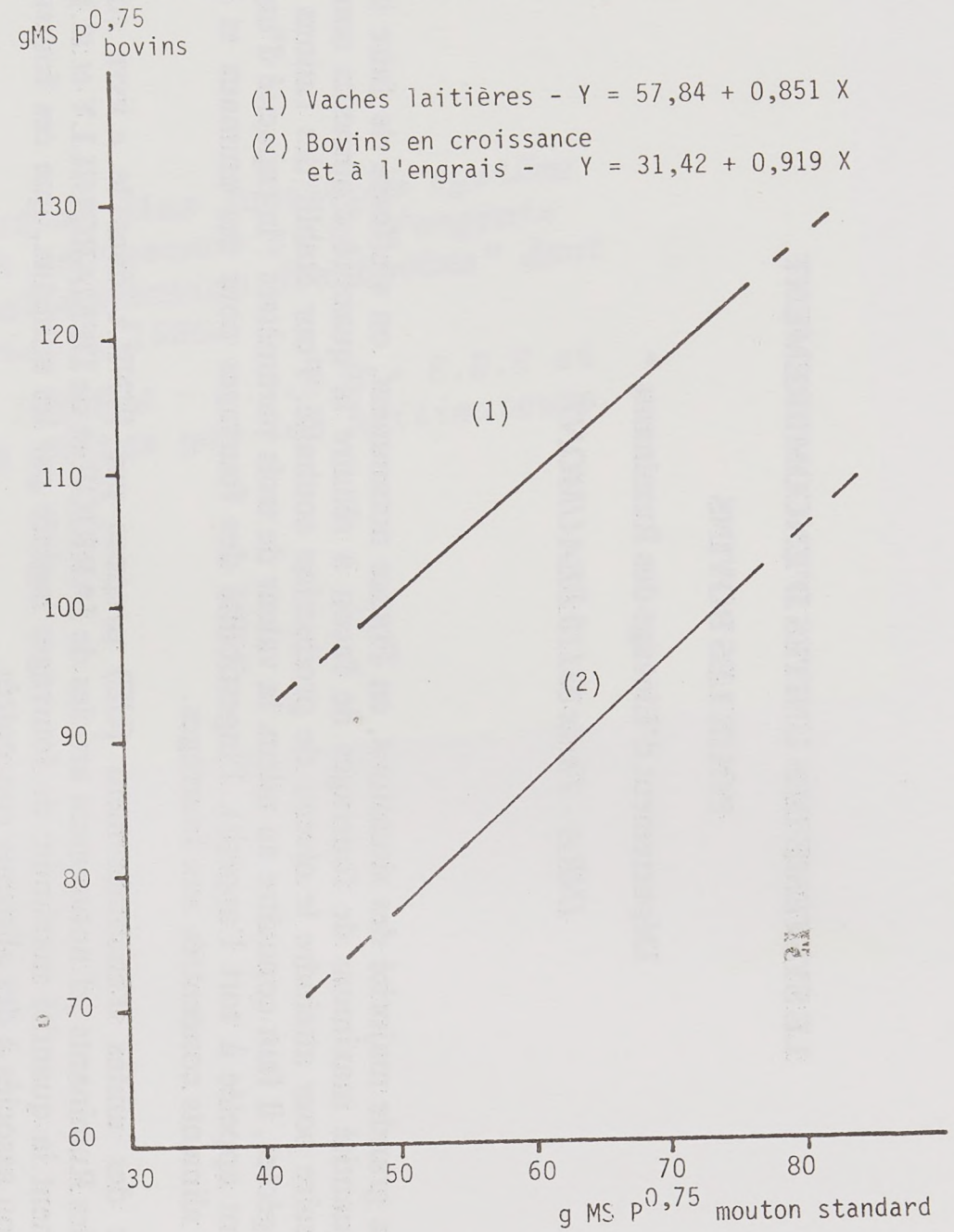


FIGURE 2 : RELATION ENTRE L'INGESTIBILITE DES FOURRAGES CHEZ LES BOVINS ET CHEZ LE MOUTON STANDARD.



EXPRESSION DE L'INGESTIBILITE DES FOURRAGES EN UE

* Valeurs UEM

L'ingestibilité de près de 2 500 fourrages a été mesurée par DEMARQUILLY et al. à l'aide de béliers castrés, âgés de 1 à 3 ans, pesant de 40 à 75 kg, que nous appellerons moutons standard.

L'herbe de pâturage prise comme référence a une ingestibilité de 75 g par kg de poids métabolique $P^{0,75}$. Cette valeur représente la moyenne observée pour une cinquantaine de fourrages (prairies naturelles, ray-grass anglais, ray-grass italien, dactyle, fléole, fétuque des prés, fétuque élevée, brome) au stade pâturage du premier cycle de croissance. Les caractéristiques moyennes de cette herbe de référence sont : 15 % de matières azotées, 25 % de cellulose brute, 0,77 pour la digestibilité de la matière organique, soit 0,95 UFL et 0,90 UFV par kg de matière sèche.

Par définition, un kg de matière sèche de cette herbe de référence a une valeur d'encombrement de une UEM pour le mouton. La valeur d'encombrement d'un fourrage pour le mouton, ou valeur UEM, est calculée en comparant l'ingestibilité du fourrage à celle de l'herbe de référence.

$$(1)\ \textit{valeur UEM} = \frac{75}{\textit{Quantité du fourrage ingérée par le mouton standard en MS par kg } P_{0,75}}$$

Du fait de son mode de calcul, la valeur UEM varie en sens inverse de l'ingestibilité (figure 1). Elle va de 0,75-0,80 pour les légumineuses vertes au début du 1er cycle de croissance à 2,3 pour les pailles. Cette valeur de 2,3 veut dire que le mouton standard consomme 2,3 fois plus de matière sèche d'herbe que de paille ou que 1 kg de matière sèche de paille a le même encombrement que 2,3 kg de matière sèche d'herbe de référence. Cela correspond essentiellement à l'effet d'encombrement exercé dans le rumen.

Les valeurs UEM sont celles qui figurent sous la dénomination de VEF dans le livre sur l'Alimentation des Ruminants et dans les Tables qui en ont été tirées. Elles sont données selon le stade et le cycle de croissance des fourrages verts. Pour les foins et les ensilages (à l'exception du maïs) elles n'ont pas été calculées à partir de l'ingestibilité mesurée mais à partir de l'ingestibilité du fourrage initial diminuée de la diminution moyenne observée dans de nombreuses comparaisons (DEMARQUILLY et al., 1978).

* Valeurs UEB

Quant à leur ingestibilité chez les bovins, les fourrages se classent généralement dans le même ordre que chez les ovins, mais la plage de variation est nettement plus étroite, surtout si on rapporte l'ingestibilité à celle de l'herbe de référence. Par suite, les valeurs UEM sont généralement trop élevées pour les bovins et ce d'autant plus que les fourrages ont une ingestibilité plus faible. On avait déjà bien constaté cette différence pour les ensilages et on leur avait donc attribué une valeur d'encombrement pour les bovins en plus de leur valeur UEM dans le livre sur l'Alimentation des Ruminants. Il est apparu ensuite que cette différence était quasi systématique.

Il était donc nécessaire d'établir un système de valeur d'encombrement pour les bovins UEB, et cela en l'absence d'études exhaustives sur l'ingestibilité des fourrages chez les bovins. On disposait seulement des résultats d'essais d'alimentation avec des rations de fourrages ou à base de fourrages qui avaient été réalisés sur différentes catégories de bovins, surtout des vaches laitières, des génisses en croissance et des mâles à l'engrais. Il s'agissait 1°) de savoir s'il faudrait une seule UEB ou deux (une pour les vaches et une pour les animaux en croissance et à l'engrais), 2°) de déterminer des relations entre les valeurs UEB et les valeurs UEM, 3°) de fixer l'ingestibilité de l'herbe de référence chez les bovins.

Pour répondre à ces questions, on a rassemblé les résultats de 137 essais d'alimentation dans lesquels on avait distribué simultanément les mêmes fourrages à des bovins et à des moutons standard. Les quantités de fourrages ingérées par les bovins ont été corrigées pour tenir compte de la présence d'aliment concentré, mais en faible quantité, et des différences dans le poids vif et le niveau de production des animaux. Elles ont été rapportées à des animaux standard : la vache laitière (VLS) de 600 kg produisant 17 kg de lait, la génisse de 300 kg et le boeuf de 450 kg, ces valeurs correspondant aux caractéristiques moyennes des animaux utilisés.

On a calculé les relations entre l'ingestibilité des fourrages chez les bovins (y) et l'ingestibilité chez les moutons (x), les deux valeurs étant exprimées en g de matière sèche par kg $P^{0,75}$. Les relations obtenues pour les différents groupes de données (figure 2) sont dans l'ensemble très satisfaisantes. Elles se ramènent à deux relations générales.

- une pour les vaches laitières :

$$y_1 = 57,84 + 0,851\,x \qquad n = 66 \qquad r = 0,82 \qquad Syx = 8,20$$

- une pour les bovins en croissance et à l'engrais :

$$y_2 = 31,42 + 0,919\,x \qquad n = 71 \qquad r = 0,93 \qquad Syx = 6,16$$

A partir de ces relations, on pouvait donc constituer deux systèmes d'UEB, un pour chacune de ces deux catégories d'animaux. Mais les valeurs obtenues sont très proches parce que le rapport entre les deux valeurs d'ingestibilité, $y1$ et $y2$, est à peu près constant. Pour des raisons de simplification, on a donc choisi de n'avoir qu'un seul système d'UEB, celui pour les vaches laitières qu'on a appelé UE pour les bovins. Cependant on a intégré toutes les données d'ingestibilité sur les bovins en croissance et à l'engrais en les transformant en ingestibilité pour les vaches laitières par une homothétie. On a de plus éliminé les mauvais fourrages, d'ingestibilité inférieure à 50 g par kg $P^{0,75}$ chez le mouton (ou d'UEM > 1,5)

On a ainsi abouti à la relation générale suivante entre l'ingestibilité des fourrages chez les bovins ($y3$) et l'ingestibilité chez les moutons (x).

$$(2) \quad y_3 = 57,03 + 0,874\,x \qquad n = 104 \qquad r = 0,760 \qquad Syx = 8,17$$

La valeur de y correspondant à $x = 75$, étant de 122,6, l'herbe de référence a donc une ingestibilité de 122,6 g de matière sèche par kg $P^{0,75}$ chez les bovins (soit 14,9 kg de matière sèche chez la vache laitière standard).

La valeur d'encombrement d'un fourrage pour les bovins est donc :

$$(3) \quad \textit{valeur UEB} = \frac{122,6}{\textit{ingestibilité du fourrage chez les bovins}}$$

Si cette ingestibilité n'a pas été mesurée, elle est calculée à partir de celle mesurée chez les ovins (x) par la relation précédente dans laquelle x peut être remplacé par 75/UEM. La valeur UEB peut donc être calculée à partir de la valeur UEM par la relation suivante :

$$(4) \quad UEB = \frac{122,6\ UEM}{57,03\ UEM + 65,5}$$

Bien évidemment, on calculé la valeur UEB à partir des mesures d'ingestibilité chez les bovins quand on en disposait. C'est le cas notamment pour les ensilages de maïs, une partie des ensilages d'herbe, les foins de légumineuses et les pailles *.

Les valeurs UEB (tableau 8) figurent à côté des valeurs UEM dans la plaquette sur la Pratique de l'alimentation des vaches laitières qui est sous presse. Les valeurs UEB sont additives entre elles, comme le sont les valeurs UEM.

La densité énergétique du fourrage (UF/UE) est obtenue en divisant sa valeur énergétique nette exprimée en UF par sa valeur d'encombrement en UE. On utilise celle des deux valeurs UF et celle des deux valeurs UE qui correspondent à la catégorie d'animaux concernée. Cette densité énergétique est un paramètre synthétique traduisant l'aptitude d'un fourrage à couvrir les besoins énergétiques des animaux. Elle est utilisée notamment dans le calcul des rations pour les bovins en croissance et à l'engrais.

* Pour calculer la valeur UEB à partir de l'ingestibilité mesurée chez un bovin en croissance ou à l'engrais il faut préalablement transformer celle ci en ingestibilité pour la vache laitière standard.

TAUX DE SUBSTITUTION ET VALEUR D'ENCOMBREMENT DU CONCENTRE

Lorsqu'on ajoute à une ration de fourrages consommée ad libitum, Q kg de matière sèche d'aliment concentré, la quantité de matière sèche de fourrage ingérée varie (elle diminue dans la plupart des cas) de

$$Q \times S$$

S est le taux de substitution de l'aliment concentré au fourrage. Il a par exemple une valeur de 0,5 quand la quantité de matière sèche de fourrage ingérée diminue de 0,5 kg par kg de matière sèche d'aliment concentré ajouté.

La capacité d'ingestion d'un animal donné (alimenté selon ses besoins) exprimée en UE étant par définition constante, la relation entre la valeur d'encombrement de l'aliment concentré et celle du fourrage est la suivante :

$$Q \times \textit{valeur UE du concentré} = Q \times S \times \textit{valeur UE du fourrage}$$
$$\textit{valeur UE du concentré} = S \times \textit{valeur UE du fourrage}$$

La valeur UE d'un aliment concentré donné n'est donc pas constante. Elle varie avec la valeur UE du fourrage avec lequel il est associé et avec le taux de substitution S.

On sait que ce dernier dépend d'abord de l'ingestibilité du fourrage, donc de sa valeur UE, puis de la proportion du concentré dans la ration, et aussi de la composition du concentré et de la composition (teneur en azote) et de la valeur énergétique du fourrage. Dans le livre rouge, DEMARQUILLY et al., 1978, avaient analysé ces variations du taux de substitution observées dans un grand nombre d'essais réalisés sur des moutons standard. Elles avaient servi à construire les tableaux de l'annexe 16-6 qui permettaient de calculer la proportion approximative de concentré dans la ration.

Il est apparu que le taux de substitution était relativement moins variable chez les bovins en production que chez le mouton standard et, notamment, qu'il était moins sensible à la valeur d'encombrement du fourrage. On a donc rassemblé les résultats de divers essais d'alimentation, réalisés en France ou à l'étranger, dans lesquels on avait comparé différents niveaux d'apports d'aliments concentrés chez des bovins.

Pour les vaches laitières, on a retenu 30 essais (figure 3) réalisés avec de l'herbe (3), des foins (10), des ensilages d'herbe (12), et des ensilages de maïs (5).

La proportion de concentré y variait de 8 à 45 % mais était comprise entre 20 et 30 % dans la majorité des cas, de sorte qu'il n'a pas été possible de tenir compte de son influence. Le taux de substitution S est lié à la valeur d'encombrement du fourrage UEB par la relation suivante :

$$(5) \quad S = 1 - (UEB - 0{,}975)^{0{,}33} \qquad n = 30 \qquad r = 0{,}866 \qquad Syx = 0{,}11$$

La valeur d'encombrement de l'aliment concentré qui en est déduite (en multipliant S par la valeur d'encombrement du fourrage) est faible, entre 0,2 et 0,4, avec les fourrages d'ingestibilité faible ou moyenne. Elle s'élève rapidement avec les fourrages très ingestibles (UEB $<$ 1,1) tels que l'herbe, les très bons ensilages d'herbe, les bons foins de luzerne, les ensilages de maïs riches en matière sèche (figure 3).

On a procédé à la même analyse pour les bovins en croissance et à l'engrais sur les résultats de 27 essais réalisés avec des foins (10), des pailles (3), des ensilage d'herbe (12) et de l'herbe (2). Mais à la différence des essais sur les vaches laitières on a pu tenir compte de l'influence de la proportion de concentré, qui variait de 14 à 55 %.

Le taux de substitution S est relié à la valeur d'encombrement du fourrage UEB, et à la proportion de concentré (C) dans la ration (sur la base de la matière sèche).

$$(6) \quad S = \frac{1}{UEB}\left(1 - A.e^{\frac{B}{1{,}0 - C}}\right)$$

Il en résulte une famille de courbes reliant S à UEB pour différentes valeurs de C (figure 4).

RELATIONS ENTRE LE TAUX DE SUBSTITUTION (S) OU LA VALEUR D'ENCOMBREMENT DU CONCENTRE ET LA VALEUR D'ENCOMBREMENT DU FOURRAGE

FIGURE 3 : VACHES LAITIERES

● Foins (10) ; △ Ensilages d'herbe (12) ; ▲ Ensilage de maïs (5) ; ○ Herbe verte (3).

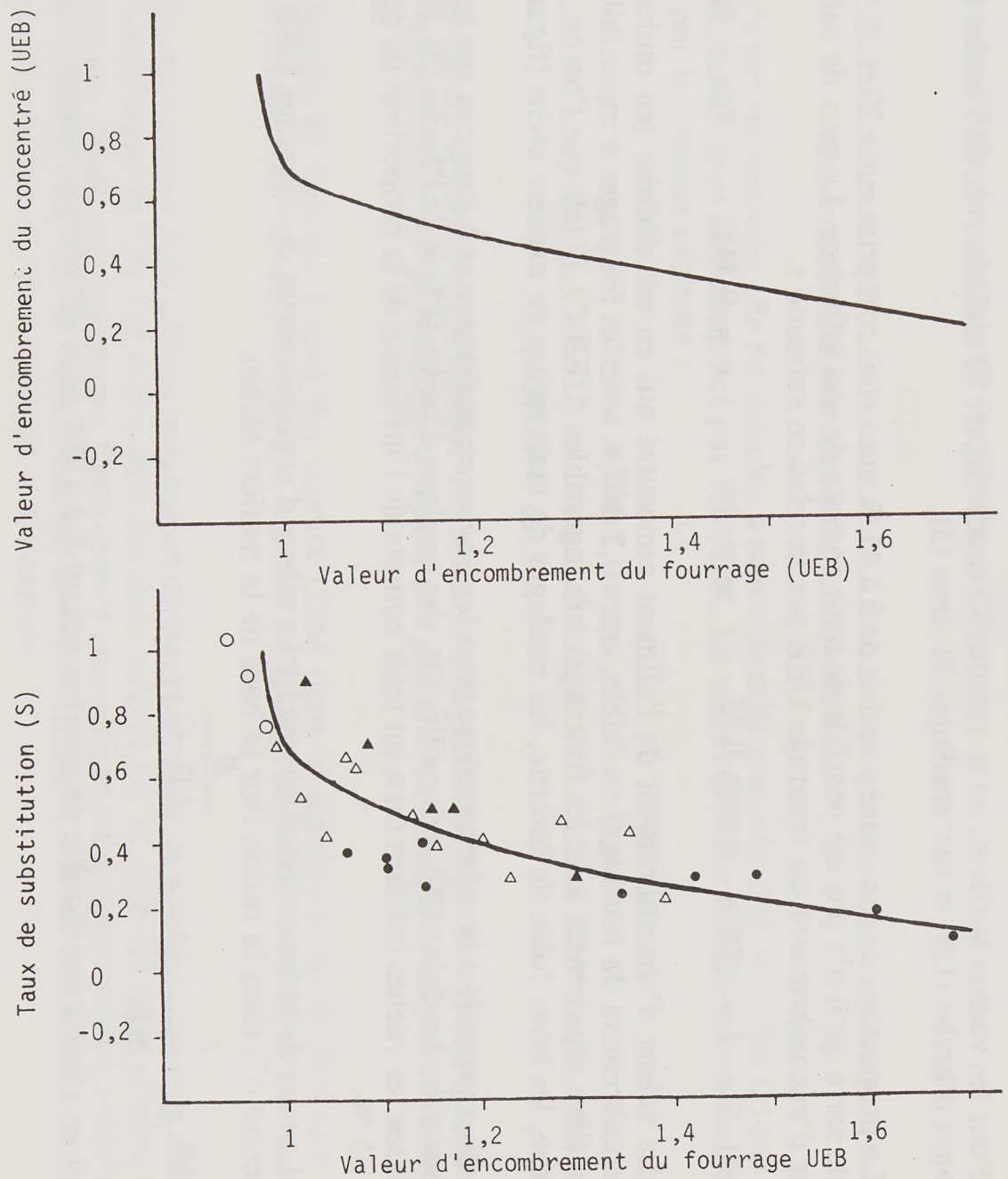
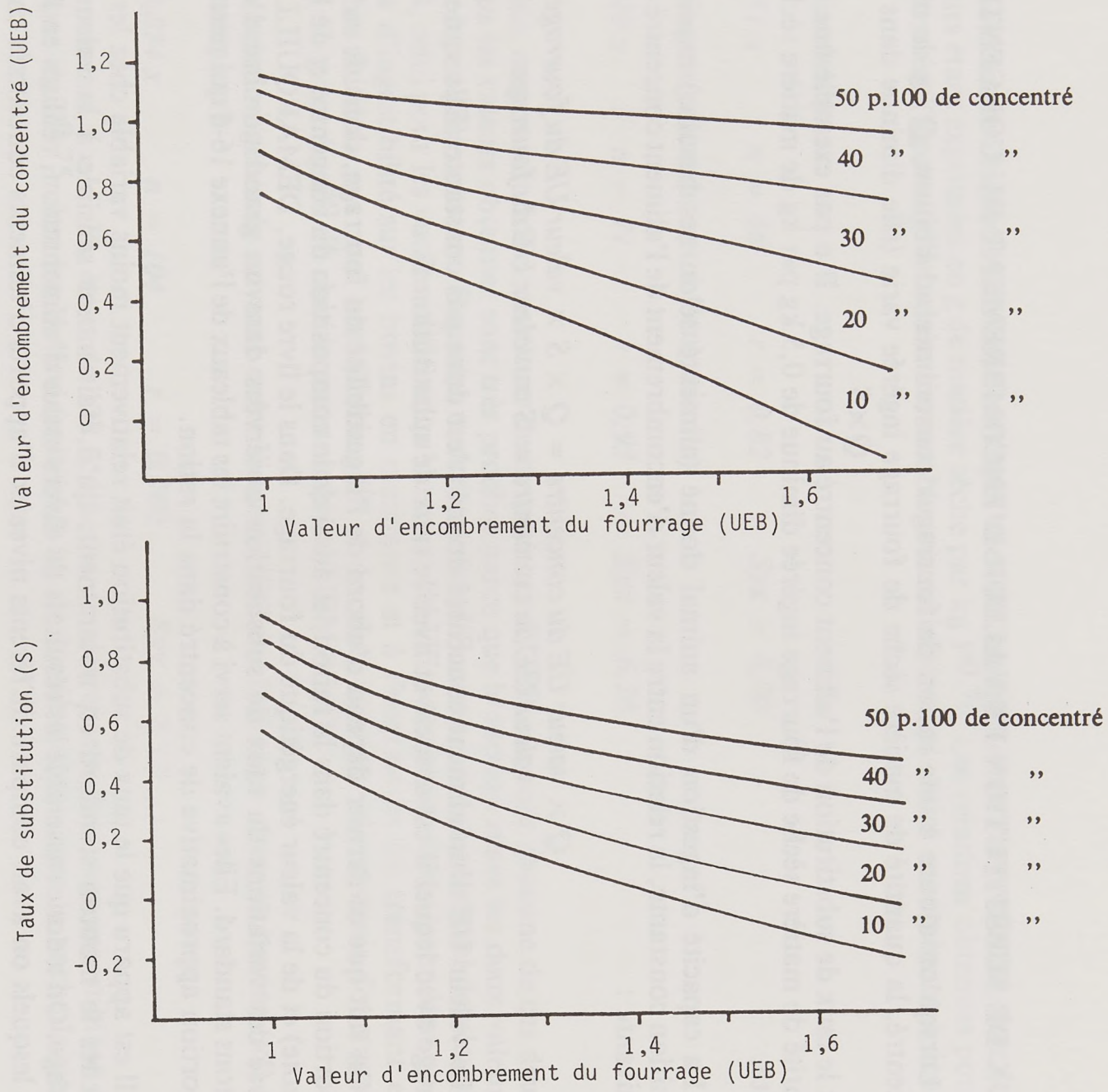


FIGURE 4 : BOVINS EN CROISSANCE ET A L'ENGRAIS



CAPACITE D'INGESTION DES BOVINS

Il s'agit de donner une seule valeur en UEB à la capacité d'ingestion de chaque catégorie d'animaux définie par son poids et sa production et aussi, éventuellement, par sa race, son sexe, et l'état de ses réserves corporelles.

Pour y parvenir, on a utilisé les résultats d'essais d'alimentation antérieurs dans lesquels les animaux recevaient les fourrages ad libitum et la quantité d'aliments concentrés nécessaire pour couvrir leurs besoins. Pour l'essentiel, ces essais avaient été réalisés dans différents laboratoires de l'INRA, soit pour mesurer effectivement les variations de la capacité d'ingestion des animaux, plus particulièrement au cours de la croissance ou du cycle de gestation-lactation, soit pour étudier l'utilisation des principaux fourrages ou régimes alimentaires par des animaux en production. Ils ont été complétés par les résultats d'essais conduits par l'ITCF et l'ITEB essentiellement dans ce deuxième objectif.

Pour chaque essai, on a calculé la valeur d'encombrement des aliments utilisés à l'aide des relations précédemment exposées et on l'a appliquée au poids de matière sèche ingérée de chaque aliment. On a considéré que la quantité d'UE de la ration ingérée représentait la capacité d'ingestion des animaux.

. Vaches laitières

On a évalué la capacité d'ingestion des vaches adultes en pleine lactation à partir des consommations enregistrées avec 59 régimes alimentaires. Les fourrages étaient des foins (18), complétés éventuellement par des ensilages d'herbe ou des betteraves, des ensilages de maïs (16) (JOURNET, REMOND, VERITE et HODEN) ou des ensilages d'herbe (DULPHY et DEMARQUILLY). Les vaches recevaient la quantité d'aliments concentrés (céréales + tourteaux) nécessaire pour couvrir leurs besoins. La valeur obtenue pour chaque régime (figure 5) est la moyenne des consommations enregistrées sur 8 à 12 vaches pendant une période de 8 à 13 semaines ; elle a été rapportée au poids de 600 kg sur la base du poids métabolique.

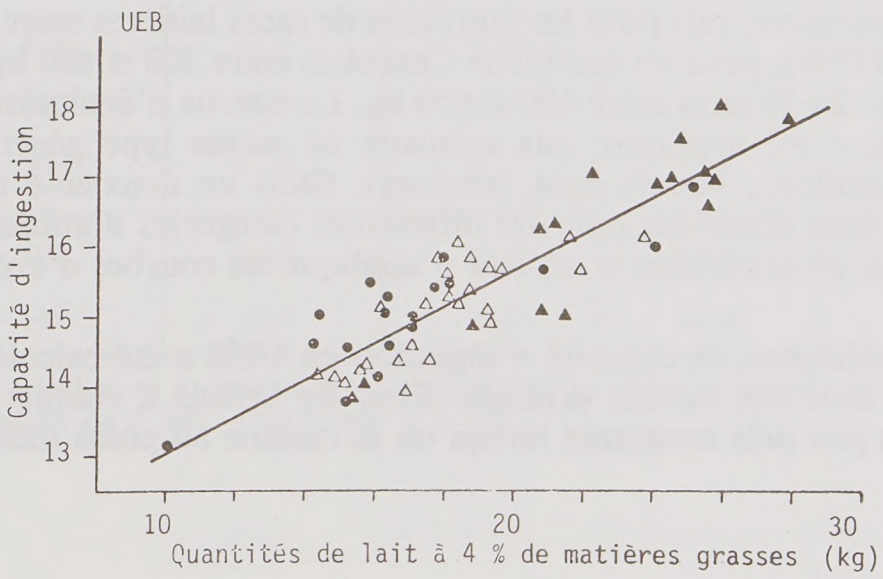
La capacité d'ingestion (y) en UEB de la vache de 600 kg augmente linéairement avec la quantité de lait à 4 % de matières grasses produite (x).

$$(7) \quad y = 10{,}43 + 0{,}262\,x \qquad n = 59 \qquad r = 0{,}88 \qquad Syx = 0{,}52$$

Elle augmente donc de 0,262 UE par kg de lait au long d'une plage de variation relativement grande puisqu'elle va de 10 kg à 28 kg (figure 5). Elle est de 14,9 UE pour la vache standard de 600 kg produisant 17 kg de lait, valeur identique à celle observée précédemment avec l'herbe de référence. On arrondira cette valeur à 15 UE pour le calcul des rations dans le chapitre suivant.

FIGURE 5 : RELATION ENTRE LA CAPACITE D'INGESTION EN UEB DES VACHES LAITIERES ADULTES (600 KG) ET LA PRODUCTION DE LAIT A 4 % DE MATIERES GRASSES.

Régimes : ● Foins (18) ; ▲ Ensilages maïs (16) ; △ Ensilages herbe (25).



Par rapport aux valeurs ainsi obtenues pour des vaches adultes de 600 kg en pleine lactation qui sont reportées au tableau 1, la capacité d'ingestion présente les variations suivantes :

- pour un écart de 100 kg de part et d'autre du poids vif de 600 kg, elle varie de 1,2 UE avec les fourrages de qualité moyenne à 1,6 UE avec les fourrages d'excellente qualité ;
- elle est plus faible au cours des premières semaines de lactation (cf TROCCON et al., 1979), en moyenne de 15 % pour le premier mois (tableau 1).
- elle est plus faible (de 15 à 25 %) chez les primipares, surtout au début de la lactation et d'autant plus qu'elles sont plus jeunes. Cette différence n'est pas due seulement à un poids plus faible.

Ces valeurs de la capacité d'ingestion découlent de mesures effectuées essentiellement sur des vaches de type pie noir. Elles peuvent s'appliquer aux autres races de même format, car les données comparées obtenues sur des Normandes d'une part et sur des Montbéliardes d'autre part, n'indiquent pas de différences systématiques avec les Pie noires, dans les mêmes conditions d'élevage.

. Vaches allaitantes

A la différence des vaches laitières, la capacité d'ingestion des vaches allaitantes est surtout intéressante à connaître pendant les derniers mois de la gestation et les 2-3 premiers mois de la lactation qui se situent pendant la période de stabulation hivernale. De plus, les vaches ont des formats très différents selon le type génétique mais une production laitière faible, donc des besoins de production généralement faibles. Enfin, elles ne sont alimentées à volonté qu'avec des fourrages de qualité médiocre.

Le tableau 2 donne les valeurs de la capacité d'ingestion en UEB des vaches à différents stades de production selon leur format. Elles ont été tirées des mesures de quantité de fourrages secs ingérée par des vaches Aubrac, Salers et Charolaises (PETIT et al.). Pour des foins de qualité moyenne, (1,22 UEB) la quantité d'UEB ingérée (y) est reliée au poids vif (P en kg) après le vêlage et à la production laitière (L en kg) :

en gestation	$y = 0{,}090\ P^{0{,}75} + 1{,}46$	$n = 35$	$r = 0{,}80$
en lactation (2ème mois)	$y = 0{,}083\ P^{0{,}75} + 0{,}244L + 2{,}52$	$n = 23$	$r = 0{,}77$

On a tenu compte dans le tableau 2 de la légère diminution de la capacité d'ingestion à l'approche du vêlage puis de son augmentation au cours des trois premiers mois de la lactation (PETIT, 1978). De plus, on a considéré que les primipares ont une capacité d'ingestion inférieure aux adultes de même poids vif.

. Bovins en croissance et à l'engrais

Le problème est beaucoup plus complexe que pour les vaches laitières. Il s'agit en effet de décrire l'évolution de la capacité d'ingestion au cours de la période de croissance et (ou) d'engraissement, et cela pour les différentes catégories de bovins caractérisées par leur production, leur sexe et leur type génétique. Le tableau 3 donne les nouvelles valeurs en UEB pour les dix catégories distinguées dans le livre rouge.

Pour les bovins à l'engrais, les calculs ont été effectués en deux étapes par suite de l'hétérogénéité des données (cf GEAY et al., 1978). Dans un premier temps, on a décrit l'évolution de la capacité d'ingestion au cours de la période d'engraissement d'animaux recevant une ration d'ensilage de maïs complétée par une petite quantité d'aliment concentré, cela pour les taurillons de races laitières entre les poids de 200 et 500 kg (données de l'ITCF et de l'ITEB), pour les taurillons Charolais entre 300 et 600 kg (données de l'INRA et de l'ITEB) et pour les boeufs de 24-30 mois entre 450 et 650 kg. La courbe d'évolution de la capacité d'ingestion avec le poids ainsi obtenue a été appliquée aux animaux de même type génétique des autres catégories d'animaux à l'engrais (bouvillons, boeufs âgés, génisses). Dans un deuxième temps, on a déterminé les capacités d'ingestion moyennes observées pour les différentes catégories d'animaux recevant des régimes à base de foins ou d'ensilages de graminées et on leur a appliqué les courbes d'évolution précédentes.

Pour les bovins en croissance, la capacité d'ingestion en UEB a été calculée directement à partir des consommations observées avec des rations diverses. Pour les bovins à viande (génisses, mâles entiers ou castrés), elle est apparue à peu près constante lorsqu'on la ramène au poids métabolique.

TABLEAU 1 : CAPACITE D'INGESTION DES VACHES LAITIERES ADULTES DE 600 KG (1)

Vaches	Capacité d'ingestion en UEB
- Taries gestantes	9 à 11
- En pleine production (2) kg lait 4 p.100 :	
moins de 10	11 à 13
10	13,1
15	14,4
20	15,7
25	17,0
30	18,3
35	19,5 (3)
40	21,0 (3)

(1) Variation de 1,2 UEB (fourrages de qualité moyenne) à 1,6 UEB (fourrages d'excellente qualité) par fraction de 100 kg de poids vif de part et d'autre de 600 kg.

(2) Diminuer les valeurs UEB de 15 p.100 pour les vaches durant leur premier mois de lactation.

(3) Valeurs estimées.

TABLEAU 2 : CAPACITE D'INGESTION DES VACHES ALLAITANTES EN UEB (POUR UNE PRODUCTION LAITIERE MOYENNE DE 7 KG/JOUR) (1)

Numéro lactation	Poids moyen après vêlage (kg)	Fin de gestation		Début de lactation		
		5-8ème mois	9ème mois	1er mois	2ème mois	3ème et 4ème mois
à partir du 2ème vêlage	650 - 700	13,4	13,1	14,1	15,2	15,8
	600 - 650	12,7	12,4	13,5	14,6	15,2
	550 - 600	12,0	11,7	12,9	14,0	14,5
	500 - 550	11,3	11,0	12,2	13,3	13,7
1er vêlage (2)	525 - 575	10,2	9,9	11,0	12,1	12,6
	475 - 525	9,5	9,2	10,4	11,5	11,9

(1) Par kg de lait en plus ou en moins de la production de 7 kg, ajouter ou retrancher 0,3 UEB
(2) Pour les primipares de 2 ans, retrancher 0,5 UEB.

TABLEAU 3 : CAPACITE D'INGESTION EN UEB DES DIFFERENTES CATEGORIES DE BOVINS EN CROISSANCE ET A L'ENGRAIS.

(1)	Catégorie \ Poids vif (kg)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
11-9	Taurillons précoces de type laitier	3,6	4,7	5,6	6,5	7,2	7,8	8,2	8,6	9,1	-	-	-
11-10	Taurillons de précocité moyenne	3,6	4,7	5,6	6,5	7,2	7,8	8,2	8,6	9,1	9,6	-	-
11-11	Taurillons tardifs de race à viande	-	-	5,1	6,0	6,9	7,8	8,5	9,1	9,5	9,7	9,9	-
11-12	Bouvillons abattus (2) à 15 - 20 mois	-	-	-	7,1 -	8,0 8,0	8,8 8,8	9,3 9,6	9,4 10,0	- 10,1	-	-	-
11-13 et 11-16	Boeufs et génisses (2) abattus à 24 - 30 mois	-	-	-	-	-	8,4 - -	9,2 9,2 -	9,9 10,0 10,0	10,0 10,7 10,7	- 10,7 11,4	- - 11,4	- - -
11-14	Boeufs abattus (2) à 36 - 40 mois	-	-	-	-	-	-	-	10,0 -	10,8 10,8	11,5 11,5	11,4 12,2	- 12,1
11-15	Génisses d'un an en croissance élevée	-	-	5,3	6,4	7,2	8,0	8,7	9,2	9,5	-	-	-
11-17	Mâles en croissance	-	4,6	5,5	6,3	7,0	7,8	8,5	9,2	9,9	10,5	-	-
11-18	Génisses d'élevage (3)	-	4,6	5,5	6,3	7,0	7,8	8,5	9,2	9,9	-	-	-
-	Génisses d'élevage de race laitière	-	4,9	6,0	7,0	8,0	8,9	9,7	10,4	11,1	-	-	-

(1) Référence du tableau des apports alimentaires recommandés dans le livre sur l'Alimentation des Ruminants.
(2) La capacité d'ingestion de ces trois catégories d'animaux dépend du poids au début de l'engraissement (1ère valeur de la ligne)
(3) Génisses de race à viande, rustiques ou croisées.

PREVISION DE LA QUANTITE DE FOURRAGES INGEREE

Lorsque le fourrage est le seul aliment, le poids de matière sèche qui en est consommé est obtenu très simplement en divisant la capacité d'ingestion de la catégorie de bovins considérée par la valeur UEB du fourrage. On en déduit le niveau de production permis par ce fourrage. C'est là une première utilisation du système des UE.

Lorsque le fourrage n'apporte pas à lui seul les quantités d'éléments nutritifs nécessaires aux animaux, il faut lui ajouter des aliments concentrés avec les phénomènes de substitution que cela entraîne. La démarche classique comportait trois étapes : on fixait au jugé la quantité de fourrages, puis on calculait la quantité d'aliment concentré (en même temps que sa composition) nécessaire pour couvrir les besoins et, enfin, on vérifiait que cette ration pouvait être ingérée par les animaux, notamment à l'aide du coefficient d'encombrement de LEROY. On recommençait le calcul si la ration était beaucoup trop encombrante pour être ingérée en totalité, ou si elle ne l'était pas suffisamment pour assurer une digestion normale.

Le système des UE permet de fixer directement la quantité maximum de fourrage ou de ration de base, compte tenu des phénomènes de substitution, évitant ainsi la vérification et les tâtonnements. Cette quantité est déduite de la proportion des UEB ingérées qui sont apportées par le fourrage. Le problème à résoudre et la solution apportée sont plus simples pour les vaches laitières que pour les bovins en croissance et à l'engrais.

. Vaches laitières

Dans le plan de rationnement d'un troupeau de vaches en pleine lactation, on a à alimenter des animaux, ou des lots d'animaux, qui diffèrent à la fois par leurs besoins et par leur capacité d'ingestion. A la suite des travaux réalisés à l'INRA (JOURNET et al., 1965 ; REMOND et JOURNET, 1976), on admet que :

- tous ces animaux, ou tous ces lots d'animaux, consomment à peu près la même quantité de fourrages eu égard à leur poids vif, lorsqu'ils sont alimentés selon leurs besoins,
- et que l'accroissement de la capacité d'ingestion avec la quantité de lait produite correspond à peu près à l'accroissement de la quantité d'aliment concentré.

Il s'agit donc de déterminer cette quantité de fourrage commune à tous les animaux. On l'a calculée pour la vache laitière standard (VLS) qui ressortait des données utilisées pour établir le système des UEB. C'est une vache adulte de 600 kg produisant 17 kg de lait à 4 % de matières grasses. Elle a un besoin énergétique de 12,5 UFL et une capacité d'ingestion de 15 UEB. Elle reçoit x kg de matière sèche de fourrage et y kg de matière sèche d'un aliment concentré, chacun de ces aliments étant caractérisé par sa valeur énergétique (UFL) et sa valeur d'encombrement (UEB)

$$x \times (UEB)\,fourrage + y \times (UEB)\,concentré = 15$$
$$x \times (UFL)\,fourrage + y \times (UFL)\,concentré = 12{,}5$$

On a fixé la valeur énergétique du concentré à 1,05 UFL par kg de matière sèche, soit 0,90 UFL par kg brut. La valeur UEB du concentré étant déduite de celle du fourrage par la relation (5), le système des deux équations précédentes devient :

$$x \times (UEB)\,fourrage + y \times \left[1 - (UEB - 0{,}975)^{0{,}33}\right] \times UEB = 15$$
$$x \times (UFL)\,fourrage + y \times 1{,}05 = 12{,}5$$

Si on fixe la valeur UFL du fourrage, on peut alors tracer la relation entre le poids de matière sèche de fourrage (x) et la valeur UEB du fourrage (figure 6a).

On répète ces calculs pour les différentes valeurs UFL que peut prendre le fourrage.

On a ainsi construit le tableau 4 et les abaques de la figure 6a où on peut lire directement la quantité de matière sèche de fourrage consommée selon ses valeurs UEB et UFL (à intervalles de 0,05). On en a déduit la production de lait à 4 % de matières grasses qui est permise par la quantité d'UFL apportée par le fourrage (tableau 4 - figure 6b).

TABLEAU 4 : QUANTITE DE FOURRAGE CONSOMMEE ET PRODUCTION DE LAIT PERMISE PAR L'ENERGIE SELON LA VALEUR UEB ET LA CONCENTRATION ENERGETIQUE DU FOURRAGE.

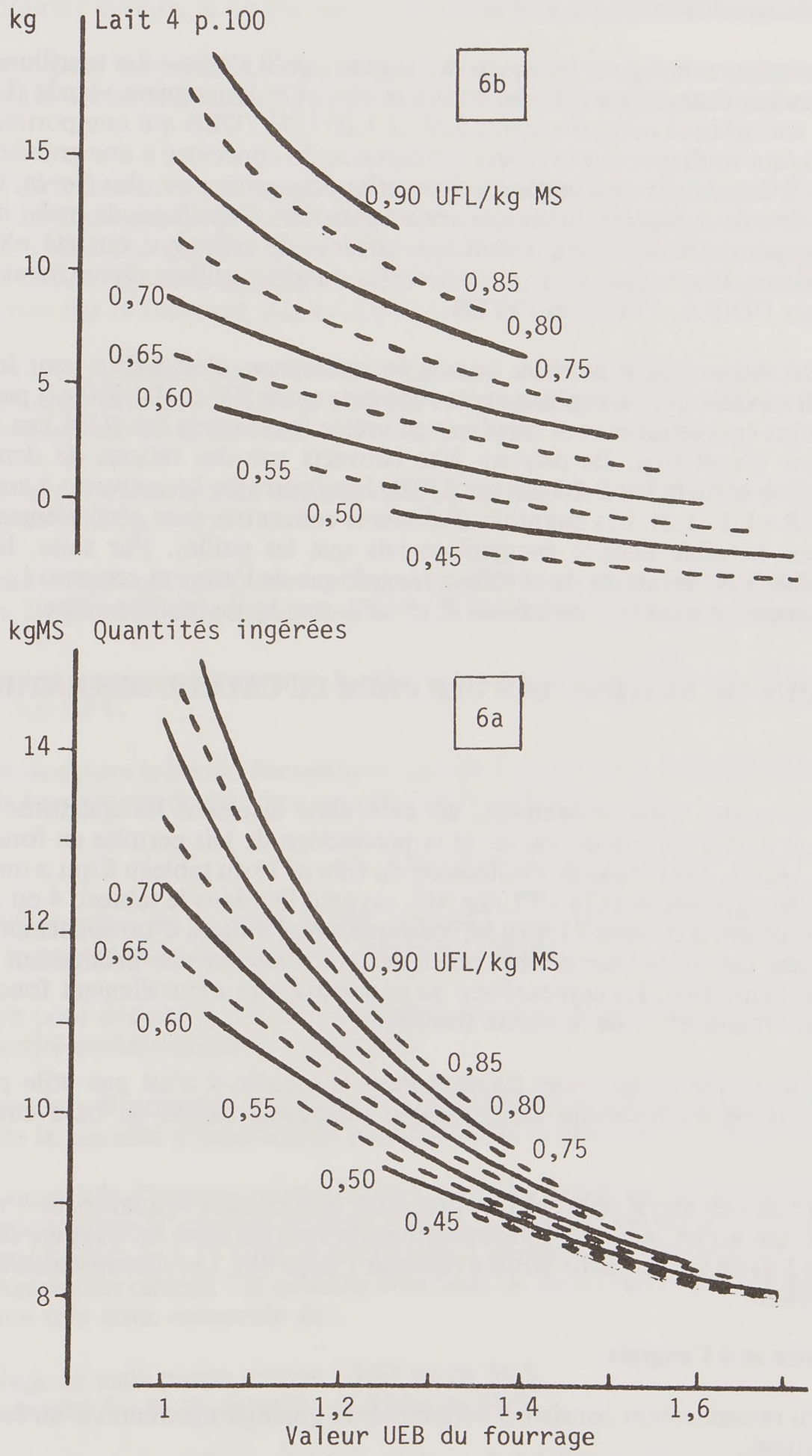
- VACHE LAITIERE STANDARD DE 600 KG ET CONCENTRE A 0,90 UFL/KG -

Valeur UEB du fourrage	UFL/kg MS du fourrage	Nombre d'UEB sous forme de fourrage	kg MS fourrage	Lait permis par les UFL du fourrage (1) kg lait 4 p.100
1,00	0,95	-	-	24,0*
	0,85	-	-	19,0*
	0,75	13,3	13,3	11,6
	0,65	11,7	11,7	6,1
1,05	0,90	-	-	19,0*
	0,80	13,9	13,2	13,0
	0,70	12,7	12,1	8,0
	0,60	11,6	11,1	3,8
1,10	0,90	14,8	13,4	16,5
	0,80	13,7	12,4	11,5
	0,70	12,7	11,5	7,2
	0,60	11,9	10,8	3,4
1,15	0,85	14,0	12,1	12,4
	0,75	13,1	11,4	8,3
	0,65	12,4	10,7	4,6
	0,55	11,7	10,2	1,4
1,20	0,85	13,8	11,5	11,1
	0,75	13,1	10,9	7,4
	0,65	12,4	10,4	4,0
	0,55	11,9	9,9	1,0
1,25	0,85	13,7	10,9	10,0
	0,75	13,1	10,5	6,6
	0,65	12,5	10,0	3,5
	0,55	12,0	9,6	0,7
1,30	0,85	13,6	10,5	9,1
	0,75	13,1	10,1	6,0
	0,65	12,6	9,7	3,1
	0,55	12,2	9,4	0,4
1,35	0,80	13,4	9,9	6,8
	0,70	12,9	9,6	4,0
	0,60	12,5	9,3	1,3
1,40	0,75	13,2	9,4	4,8
	0,65	12,9	9,2	2,3
	0,55	12,5	8,9	- 0,2
1,45	0,70	13,2	9,1	3,1
	0,60	12,8	8,9	0,7
	0,50	12,5	8,6	- 1,6
1,50	0,65	13,1	8,8	1,6
	0,55	12,9	8,6	- 0,7
	0,45	12,6	8,4	- 2,8
1,55	0,65	13,3	8,6	1,3
	0,55	13,1	8,4	- 0,8
	0,45	12,8	8,3	- 3,0
1,60	0,65	13,5	8,4	1,1
	0,55	13,3	8,3	- 1,0
	0,45	13,1	8,2	- 3,1

(1) Production permise en plus de l'entretien
* Cas des rations de fourrages verts

FIGURES 6 : QUANTITE DE FOURRAGE CONSOMMEE ET PRODUCTION DE LAIT PERMISE PAR L'ENERGIE SELON LA VALEUR UEB ET LA CONCENTRATION ENERGETIQUE DU FOURRAGE.

- VACHE LAITIERE STANDARD DE 600 KG ET CONCENTRE A 0,90 UFL/KG



. Bovins en croissance et à l'engrais

Chacune des nombreuses catégories de ces bovins est caractérisée par son besoin énergétique en UF et sa capacité d'ingestion en UEB. La densité énergétique de la ration doit être au moins égale au rapport de ces deux caractéristiques (UFV ou L/UEB). On calcule le pourcentage maximum (F) de la capacité d'ingestion qui peut être « occupé » par le fourrage en respectant la densité énergétique recherchée. Ce pourcentage varie selon les valeurs UF et UEB du fourrage et de l'aliment concentré, la valeur UEB de ce dernier étant calculée à partir de celle du fourrage par la relation de substitution 6. On a ainsi construit les tableaux 5 qui donnent les valeurs de F en fonction de ces différents paramètres.

Le tableau 5 donne les valeurs de F pour les bovins à l'engrais, qu'il s'agisse des taurillons, des boeufs ou des génisses. Ils ont des besoins énergétiques élevés, exprimés en unités fourragères viande (UFV). Ils exigent des rations d'une densité énergétique comprise entre 0,65 et 1,00 UFV/UEB qui comportent donc toujours des aliments concentrés. Il faut souligner que la valeur énergétique du concentré a une grande influence sur la proportion de fourrage, et d'autant plus que la densité énergétique nécessaire est plus élevée. Comme pour les vaches laitières, ce mode de calcul général donne des consommations d'ensilages de maïs, de luzerne ou de maïs déshydratés et de pulpes de betteraves qui sont très voisines de celles qui ont été observées dans de nombreuses expérimentations. Cependant pour ces aliments, on peut utiliser directement les valeurs des rations types proposées par l'INRA, l'ITCF et l'ITEB.

Le tableau 6 donne les valeurs de F pour les bovins en croissance, c'est-à-dire pour les génisses et les bouvillons. Ils ont un croît modéré qui est le plus souvent compris entre 200 et 700-800 g/j pendant la période de stabulation. Leurs besoins énergétiques sont exprimés en unités fourragères lait (UFL) en raison de la part prépondérante des besoins d'entretien. Ils peuvent être couverts par des rations de densité énergétique relativement faible, comprise entre 0,5 et 0,7 UFL par UEB. Les fourrages les couvrent à eux seuls lorsqu'ils sont de bonne qualité (UEB <1,2 - 1,3). Les quantités d'aliments concentrés sont généralement faibles sauf en complément des fourrages à faible densité énergétique tels que les pailles. Par suite, la proportion de fourrages (F) est peu sensible aux variations de la valeur énergétique de l'aliment concentré ; elle n'a donc été reportée que pour des aliments concentrés contenant 1,15 UFL par kg de matière sèche.

UTILISATION PRATIQUE DU SYSTEME DES UEB POUR LE CALCUL DES RATIONS

. Vaches laitières

Grâce au système des unités d'encombrement, on détermine aisément les quantités consommées de fourrages offerts à volonté à un troupeau de vaches et la production de lait permise en fonction des valeurs UEB et UFL du fourrage. Ainsi, dans le cas de l'utilisation du foin n°76 du tableau 8 qui a une valeur UEB de 1,16 et une concentration énergétique de 0,76 UFL/kg MS, on peut lire dans le tableau 4 ou les abaques 6a et 6b, que ce fourrage se consomme à environ 11,4 kg MS en supposant l'emploi d'un concentré à 0,90 UFL/kg. L'énergie apportée par cette ration de base permet pratiquement d'assurer une production de 8,5 kg de lait 4 % par jour, en plus de l'entretien. La composition du concentré sera naturellement fonction des apports nutritifs (PDI, minéraux, vitamines...) de la ration fourrage.

Le nombre d'UE sous forme de fourrage figurant dans le tableau 4 n'est pas utile pour le calcul de rationnement précédent. Il est en revanche indispensable lorsque la ration de base comporte plusieurs fourrages.

Il n'est pas nécessaire de s'en servir pour les fourrages très bien connus et quasiment « normalisés », tels que les ensilages de maïs. On utilise alors les consommations proposées dans les ouvrage sur l'Alimentation des Ruminants (tableau 12-8) ou sur la Vache laitière (tableau 1 page 88). Les valeurs calculées par le système des UE en sont très proches.

. Bovins en croissance et à l'engrais

La première étape du rationnement consiste à déterminer la quantité maximum d'un fourrage donné qui peut être ingéré par l'animal.

1°) Soit pour déduire la croissance permise lorsque ce fourrage est distribué seul.

On obtient alors directement la quantité ingérée de fourrage en faisant le rapport entre la capacité d'ingestion de l'animal considéré et la valeur UEB du fourrage.

Ainsi, une génisse en croissance de 400 kg ayant une capacité d'ingestion de 7,8 UEB (tableau 3) et consommant le foin de prairie naturelle n°79 du tableau 8 (UEB = 1,20 et UFL = 0,73) ingère environ 7,8/1,20 = 6,5 kg de matière sèche, c'est-à-dire 6,5 × 0,73 = 4,7 UFL. Cette quantité d'énergie lui permet de réaliser une croissance d'environ 225 g/j (tableau 11-18 du Livre rouge).

On rééquilibre ensuite, si nécessaire, la ration en azote, minéraux et vitamines.

2°) Soit pour déterminer, à partir d'une vitesse de croissance souhaitée, la quantité ingérée d'un fourrage de base donné et la quantité d'aliment concentré qu'il faut éventuellement apporter pour compléter la ration.

A partir de la densité énergétique de la ration nécessaire à l'animal, (DER = UFV ou UFL/UEB), de la valeur UEB du fourrage et des valeurs énergétiques de ce fourrage et du concentré utilisé, on obtient directement à l'aide des tableaux 5 ou 6, la proportion (F) d'UEB ingérée par l'animal, apportée par le fourrage. On déduit ensuite la quantité de matière sèche de fourrage correspondante en divisant cette quantité d'UEB apportée par le fourrage, par la valeur UEB de celui-ci.

Considérons un taurillon laitier de 450 kg qui doit avoir un gain de poids journalier de 1 000 g/jour ; ses besoins énergétiques sont de 7,4 UFV et sa capacité d'ingestion de 8,2 UEB. La densité énergétique nécessaire de la ration recherchée est donc DER = 7,4/8,2 = 0,90.

On dispose, par ailleurs, d'un ensilage de RGI (n°186) de 1,09 UEB et de 0,79 UFV et d'un concentré à 1,15 UFV/kg de M.S.

Le tableau 5 indique que pour ce fourrage (UEB ≃ 1,10 et UFV ≃ 0,80) et cet aliment concentré à 1,15 UFV, la DER recherchée est atteinte si 84 % des UEB ingérées sont apportées par le fourrage.

Cet ensilage est donc consommé à raison d'environ $\frac{8,2 \times 0,84}{1,09} = 6,3$ kg de matière sèche et apporte $6,3 \times 0,79 = 5,0$ UFV.

La différence entre le besoin énergétique total de l'animal et la quantité d'énergie ingérée par le fourrage fixe le déficit énergétique devant être couvert par le concentré, soit :

$$7,4 - 5,0 = 2,4 \text{ UFV}$$

On calcule ensuite, de la même façon, les déficits en azote, en minéraux et en vitamines devant être comblés par le concentré et le condiment minéral vitaminé.

3°) Soit pour déduire la croissance permise lorsque ce fourrage est distribué à volonté en association avec une quantité prédéterminée de concentré.

On utilise alors directement le tableau 7 qui donne la quantité de matière sèche de fourrage consommée en fonction de la capacité d'ingestion de l'animal et de la quantité de concentré apportée.

Ainsi, si on décide d'apporter à un taurillon charolais de 400 kg, 4,5 kg de concentré (en matière brute) en plus d'une ration à base d'ensilage de maïs à 28 % de matière sèche (n°198), la valeur d'encombrement de l'ensilage de maïs étant de 1,12 UEB et la capacité d'ingestion du taurillon de 7,8 UEB (tableau 3), on peut déduire directement du tableau 7 la quantité d'ensilage de maïs ingérée par cet animal, soit 3,85 kg de matière sèche, la ration sera donc composée de :

- ensilage de maïs plante entière : 3,85 kg de M.S.
- concentré 4,5 × 86 % de M.S. : 3,85 kg de M.S.

Elle apporte (3,85 × 0,79) + (3,85 × 1,15) = 7,5 UFV et permet donc sur la base de l'énergie, une croissance de 1 600 g/jour (tableau 11-11 du Livre rouge).

TABLEAU 5 : PROPORTION (F) DE LA QUANTITE D'UEB INGEREE PAR LES BOVINS A L'ENGRAIS QUI EST APPORTEE PAR LE FOURRAGE.

Valeur UEB du fourrage	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.05	1.05	1.05	1.10	1.10	1.10
Valeur UFV du concentré	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10
Valeur UFV du fourrage (	0.72	0.72	0.72	0.68	0.68	0.68	0.63	0.63	0.63	0.59	0.59	0.59
Valeur UFV du fourrage (	0.85	0.85	0.85	0.79	0.79	0.79	0.74	0.74	0.74	0.70	0.70	0.70
Valeur UFV du fourrage (	0.98	0.98	0.98	0.91	0.91	0.91	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	0.80
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97	0.97	0.92	0.94	0.95
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.70	1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	0.98	0.92	0.93	0.94	0.86	0.89	0.91
DER = 0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.97	0.97
DER = 0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.75	1.00	1.00	1.00	0.93	0.94	0.95	0.85	0.88	0.90	0.79	0.83	0.86
DER = 0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97	0.98	0.91	0.93	0.94
DER = 0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99
DER = 0.80	0.94	0.95	0.96	0.83	0.87	0.89	0.76	0.80	0.84	0.67	0.76	0.79
DER = 0.80	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.92	0.93	0.94	0.83	0.87	0.89
DER = 0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.96	0.96
DER = 0.85	0.86	0.91	0.92	0.69	0.77	0.82	0.58	0.72	0.77	0.47	0.65	0.74
DER = 0.85	1.00	1.00	1.00	0.94	0.95	0.96	0.82	0.87	0.89	0.73	0.79	0.83
DER = 0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.98	0.98	0.89	0.91	0.93
DER = 0.90	0.66	0.80	0.84	0.44	0.64	0.74	0.37	0.58	0.69	0.31	0.49	0.63
DER = 0.90	0.98	0.98	0.99	0.83	0.88	0.91	0.67	0.77	0.83	0.43	0.69	0.78
DER = 0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	0.93	0.95	0.79	0.84	0.88
DER = 0.95	0.39	0.61	0.71	0.27	0.46	0.62	0.23	0.41	0.57	0.21	0.35	0.51
DER = 0.95	0.93	0.94	0.95	0.44	0.74	0.82	0.31	0.63	0.75	0.25	0.47	0.66
DER = 0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	0.97	0.97	0.78	0.85	0.89	0.35	0.75	0.80
DER = 1.00	0.19	0.43	0.58	0.14	0.33	0.48	0.12	0.28	0.44	0.11	0.25	0.39
DER = 1.00	0.50	0.65	0.85	0.21	0.48	0.71	0.15	0.38	0.61	0.13	0.31	0.50
DER = 1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.90	0.92	0.22	0.74	0.80	0.16	0.44	0.71

La valeur UFV du concentré est exprimée par rapport à sa matière brute.

Valeur UEB du fourrage	1.15	1.15	1.15	1.20	1.20	1.20	1.25	1.25	1.25	1.30	1.30	1.30	1.35	1.35	1.35
Valeur UFV du concentré	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10
Valeur UFV du fourrage (	0.56	0.56	0.56	0.52	0.52	0.52	0.49	0.49	0.49	0.47	0.47	0.47	0.44	0.44	0.44
Valeur UFV du fourrage (	0.65	0.65	0.65	0.62	0.62	0.62	0.58	0.58	0.58	0.55	0.55	0.55	0.52	0.52	0.52
Valeur UFV du fourrage (	0.75	0.75	0.75	0.71	0.71	0.71	0.67	0.67	0.67	0.63	0.63	0.63	0.60	0.60	0.60
DER = 0.65	0.88	0.91	0.92	0.84	0.87	0.89	0.82	0.84	0.87	0.78	0.83	0.85	0.74	0.80	0.85
DER = 0.65	0.96	0.97	0.97	0.93	0.94	0.95	0.89	0.91	0.93	0.85	0.88	0.90	0.82	0.86	0.88
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	0.98	0.95	0.96	0.97	0.92	0.94	0.95	0.88	0.91	0.93
DER = 0.70	0.81	0.85	0.87	0.78	0.82	0.84	0.72	0.79	0.84	0.66	0.75	0.80	0.61	0.71	0.78
DER = 0.70	0.91	0.93	0.94	0.87	0.89	0.91	0.83	0.85	0.88	0.78	0.84	0.85	0.71	0.79	0.84
DER = 0.70	0.98	0.98	0.98	0.94	0.95	0.96	0.90	0.92	0.94	0.85	0.88	0.91	0.82	0.86	0.88
DER = 0.75	0.73	0.80	0.82	0.65	0.75	0.80	0.58	0.70	0.77	0.52	0.65	0.73	0.47	0.61	0.69
DER = 0.75	0.84	0.88	0.90	0.80	0.83	0.86	0.72	0.80	0.84	0.63	0.75	0.81	0.56	0.69	0.77
DER = 0.75	0.95	0.95	0.96	0.89	0.91	0.93	0.84	0.87	0.89	0.77	0.84	0.86	0.68	0.79	0.84
DER = 0.80	0.57	0.70	0.77	0.49	0.64	0.73	0.43	0.58	0.68	0.39	0.53	0.64	0.37	0.49	0.60
DER = 0.80	0.76	0.81	0.84	0.65	0.77	0.82	0.54	0.69	0.78	0.46	0.62	0.73	0.42	0.56	0.67
DER = 0.80	0.89	0.91	0.93	0.82	0.85	0.88	0.72	0.81	0.84	0.59	0.74	0.81	0.49	0.66	0.76
DER = 0.85	0.40	0.57	0.68	0.35	0.50	0.63	0.33	0.45	0.58	0.30	0.42	0.54	0.29	0.40	0.50
DER = 0.85	0.56	0.73	0.80	0.44	0.64	0.74	0.37	0.55	0.68	0.34	0.49	0.62	0.32	0.44	0.57
DER = 0.85	0.81	0.84	0.87	0.65	0.78	0.82	0.48	0.69	0.78	0.39	0.59	0.71	0.35	0.50	0.64
DER = 0.90	0.28	0.43	0.57	0.25	0.38	0.52	0.24	0.36	0.48	0.23	0.33	0.44	0.22	0.32	0.42
DER = 0.90	0.34	0.56	0.70	0.29	0.47	0.63	0.27	0.41	0.56	0.25	0.37	0.50	0.24	0.35	0.46
DER = 0.90	0.54	0.76	0.81	0.36	0.63	0.75	0.31	0.50	0.67	0.28	0.43	0.58	0.26	0.38	0.52
DER = 0.95	0.19	0.32	0.45	0.17	0.29	0.41	0.16	0.27	0.38	0.15	0.27	0.36	0.15	0.25	0.34
DER = 0.95	0.22	0.39	0.57	0.19	0.34	0.49	0.18	0.31	0.43	0.17	0.29	0.40	0.16	0.27	0.37
DER = 0.95	0.26	0.55	0.72	0.23	0.42	0.62	0.20	0.35	0.52	0.18	0.32	0.45	0.18	0.30	0.41
DER = 1.00	0.10	0.24	0.35	0.09	0.22	0.33	0.08	0.21	0.31	0.08	0.20	0.29	0.08	0.19	0.28
DER = 1.00	0.11	0.27	0.42	0.10	0.24	0.37	0.09	0.23	0.34	0.09	0.22	0.32	0.08	0.21	0.30
DER = 1.00	0.13	0.33	0.56	0.12	0.28	0.44	0.11	0.26	0.38	0.10	0.23	0.35	0.09	0.22	0.33

TABLEAU 5 : PROPORTION (F) DE LA QUANTITE D'UEB INGEREE PAR LES BOVINS A L'ENGRAIS QUI EST APPORTEE PAR LE FOURRAGE. (SUITE)

Valeur UEB du fourrage	1.40	1.40	1.40	1.45	1.45	1.45	1.50	1.50	1.50	1.55	1.55	1.55	1.60	1.60	1.60
Valeur UFV du concentré	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10
Valeur UFV du fourrage (	0.42	0.42	0.42	0.39	0.39	0.39	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.34	0.34
Valeur UFV du fourrage (	0.49	0.49	0.49	0.46	0.46	0.46	0.44	0.44	0.44	0.42	0.42	0.42	0.40	0.40	0.40
Valeur UFV du fourrage (	0.56	0.56	0.56	0.53	0.53	0.53	0.51	0.51	0.51	0.48	0.48	0.48	0.46	0.46	0.46
DER = 0.65	0.69	0.77	0.82	0.65	0.74	0.80	0.61	0.71	0.78	0.58	0.68	0.76	0.55	0.65	0.73
DER = 0.65	0.78	0.84	0.88	0.73	0.81	0.85	0.68	0.77	0.83	0.64	0.74	0.80	0.60	0.71	0.78
DER = 0.65	0.86	0.88	0.91	0.82	0.87	0.89	0.77	0.83	0.88	0.72	0.80	0.86	0.66	0.77	0.83
DER = 0.70	0.56	0.67	0.75	0.52	0.64	0.72	0.49	0.60	0.70	0.47	0.58	0.67	0.45	0.55	0.64
DER = 0.70	0.65	0.75	0.82	0.59	0.71	0.78	0.55	0.67	0.75	0.51	0.63	0.72	0.48	0.60	0.69
DER = 0.70	0.75	0.83	0.87	0.68	0.78	0.84	0.62	0.74	0.81	0.57	0.69	0.78	0.53	0.65	0.74
DER = 0.75	0.44	0.56	0.66	0.42	0.53	0.63	0.40	0.50	0.60	0.39	0.48	0.57	0.37	0.47	0.55
DER = 0.75	0.50	0.63	0.73	0.46	0.59	0.69	0.43	0.55	0.66	0.41	0.52	0.62	0.40	0.49	0.59
DER = 0.75	0.59	0.73	0.80	0.52	0.66	0.76	0.47	0.61	0.71	0.44	0.57	0.68	0.42	0.53	0.64
DER = 0.80	0.35	0.46	0.56	0.34	0.44	0.53	0.32	0.42	0.51	0.32	0.40	0.49	0.31	0.39	0.47
DER = 0.80	0.38	0.51	0.63	0.36	0.47	0.59	0.35	0.45	0.55	0.33	0.43	0.53	0.32	0.41	0.50
DER = 0.80	0.43	0.59	0.71	0.40	0.53	0.65	0.37	0.49	0.61	0.36	0.46	0.56	0.34	0.43	0.53
DER = 0.85	0.28	0.38	0.47	0.27	0.36	0.45	0.26	0.35	0.43	0.25	0.34	0.42	0.25	0.33	0.41
DER = 0.85	0.30	0.41	0.52	0.28	0.39	0.48	0.28	0.37	0.47	0.27	0.36	0.44	0.26	0.34	0.43
DER = 0.85	0.32	0.45	0.58	0.31	0.42	0.54	0.29	0.39	0.50	0.28	0.38	0.47	0.27	0.36	0.45
DER = 0.90	0.21	0.30	0.39	0.20	0.30	0.38	0.20	0.29	0.37	0.19	0.28	0.36	0.19	0.28	0.35
DER = 0.90	0.23	0.33	0.42	0.22	0.31	0.41	0.21	0.31	0.39	0.20	0.30	0.37	0.20	0.29	0.36
DER = 0.90	0.24	0.35	0.47	0.23	0.34	0.44	0.22	0.32	0.41	0.21	0.31	0.40	0.21	0.30	0.38
DER = 0.95	0.14	0.24	0.33	0.14	0.24	0.32	0.13	0.23	0.31	0.13	0.23	0.31	0.13	0.22	0.30
DER = 0.95	0.15	0.26	0.35	0.15	0.25	0.34	0.14	0.24	0.32	0.14	0.24	0.32	0.13	0.23	0.31
DER = 0.95	0.17	0.28	0.38	0.16	0.26	0.36	0.15	0.26	0.34	0.15	0.25	0.33	0.14	0.24	0.32
DER = 1.00	0.07	0.18	0.27	0.07	0.18	0.27	0.07	0.17	0.26	0.07	0.17	0.25	0.07	0.17	0.25
DER = 1.00	0.08	0.20	0.29	0.08	0.19	0.28	0.08	0.18	0.27	0.07	0.18	0.27	0.07	0.18	0.26
DER = 1.00	0.09	0.21	0.31	0.08	0.20	0.29	0.08	0.19	0.29	0.08	0.19	0.28	0.08	0.18	0.27

TABLEAU 6 : PROPORTION (F) DE LA QUANTITE D'UEB INGEREE PAR LES BOVINS EN CROISSANCE QUI EST APPORTEE PAR LE FOURRAGE.

Valeur UEB du fourrage	0.90	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.05	1.05	1.05	1.10	1.10	1.10
Valeur UFL du concentré	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10
Valeur UFL du fourrage (	0.81	0.81	0.81	0.77	0.77	0.77	0.72	0.72	0.72	0.68	0.68	0.68	0.65	0.65	0.65
Valeur UFL du fourrage (	0.96	0.96	0.96	0.90	0.90	0.90	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	0.80	0.76	0.76	0.76
Valeur UFL du fourrage (	1.10	1.10	1.10	1.04	1.04	1.04	0.98	0.98	0.98	0.92	0.92	0.92	0.88	0.88	0.88
DER = 0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99
DER = 0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97	0.97
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97	0.97	0.92	0.94	0.94
DER = 0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00
DER = 0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	0.98	0.91	0.93	0.94	0.85	0.89	0.91
DER = 0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97	0.97
DER = 0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

TABLEAU 6 : PROPORTION (F) DE LA QUANTITE D'UEB INGEREE PAR LES BOVINS EN CROISSANCE QUI EST APPORTEE PAR LE FOURRAGE.
(SUITE)

Valeur UEB du fourrage	1.15	1.15	1.15	1.20	1.20	1.20	1.25	1.25	1.25	1.30	1.30	1.30	1.35	1.35	1.35
Valeur UFL du concentré	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10
Valeur UFL du fourrage (	0.62	0.62	0.62	0.59	0.59	0.59	0.56	0.56	0.56	0.54	0.54	0.54	0.51	0.51	0.51
Valeur UFL du fourrage (	0.73	0.73	0.73	0.69	0.69	0.69	0.66	0.66	0.66	0.63	0.63	0.63	0.60	0.60	0.60
Valeur UFL du fourrage (	0.83	0.83	0.83	0.79	0.79	0.79	0.76	0.76	0.76	0.73	0.73	0.73	0.70	0.70	0.70
DER = 0.55	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.96	0.97	0.97	0.95	0.96	0.97	0.93	0.95	0.96
DER = 0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99
DER = 0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DER = 0.60	0.97	0.97	0.98	0.95	0.96	0.96	0.93	0.94	0.95	0.90	0.92	0.94	0.88	0.90	0.92
DER = 0.60	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.96	0.97	0.98	0.95	0.96	0.97
DER = 0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99
DER = 0.65	0.93	0.95	0.95	0.90	0.92	0.93	0.87	0.90	0.91	0.85	0.87	0.90	0.82	0.86	0.88
DER = 0.65	0.99	0.99	0.99	0.97	0.98	0.98	0.95	0.96	0.96	0.92	0.94	0.95	0.89	0.92	0.93
DER = 0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.96	0.97	0.97
DER = 0.70	0.88	0.90	0.92	0.83	0.87	0.89	0.81	0.84	0.87	0.76	0.82	0.85	0.71	0.79	0.84
DER = 0.70	0.97	0.97	0.97	0.93	0.95	0.95	0.89	0.92	0.93	0.85	0.89	0.91	0.83	0.86	0.89
DER = 0.70	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.97	0.97	0.98	0.94	0.95	0.96	0.90	0.93	0.94
DER = 0.75	0.81	0.84	0.87	0.76	0.82	0.84	0.69	0.78	0.83	0.62	0.73	0.80	0.55	0.68	0.77
DER = 0.75	0.92	0.94	0.95	0.87	0.90	0.92	0.84	0.86	0.89	0.78	0.84	0.86	0.70	0.80	0.85
DER = 0.75	0.99	0.99	0.99	0.96	0.97	0.97	0.92	0.94	0.95	0.87	0.91	0.93	0.84	0.86	0.90
Valeur UEB du fourrage	1.40	1.40	1.40	1.45	1.45	1.45	1.50	1.50	1.50	1.55	1.55	1.55	1.60	1.60	1.60
Valeur UFL du concentré	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10
Valeur UFL du fourrage (	0.49	0.49	0.49	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.44	0.44	0.44	0.42	0.42	0.42
Valeur UFL du fourrage (	0.58	0.58	0.58	0.56	0.56	0.56	0.54	0.54	0.54	0.52	0.52	0.52	0.50	0.50	0.50
Valeur UFL du fourrage (	0.67	0.67	0.67	0.64	0.64	0.64	0.62	0.62	0.62	0.59	0.59	0.59	0.57	0.57	0.57
DER = 0.55	0.92	0.94	0.95	0.89	0.92	0.94	0.90	0.91	0.93	0.88	0.91	0.92	0.86	0.90	0.92
DER = 0.55	0.97	0.98	0.98	0.96	0.97	0.98	0.94	0.96	0.97	0.92	0.94	0.96	0.92	0.93	0.95
DER = 0.55	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.98	0.99	0.99	0.97	0.98	0.99	0.96	0.97	0.99
DER = 0.60	0.87	0.88	0.91	0.84	0.89	0.89	0.82	0.87	0.90	0.79	0.85	0.89	0.76	0.83	0.88
DER = 0.60	0.92	0.94	0.96	0.90	0.93	0.94	0.90	0.91	0.93	0.87	0.91	0.92	0.84	0.89	0.92
DER = 0.60	0.97	0.98	0.99	0.96	0.97	0.98	0.94	0.96	0.97	0.92	0.94	0.96	0.91	0.93	0.95
DER = 0.65	0.78	0.84	0.88	0.74	0.81	0.86	0.70	0.79	0.84	0.66	0.76	0.82	0.63	0.73	0.80
DER = 0.65	0.88	0.89	0.92	0.84	0.89	0.90	0.80	0.87	0.90	0.76	0.84	0.88	0.71	0.81	0.87
DER = 0.65	0.93	0.95	0.96	0.90	0.93	0.95	0.89	0.90	0.93	0.86	0.90	0.91	0.82	0.88	0.92
DER = 0.70	0.65	0.76	0.82	0.60	0.72	0.79	0.56	0.68	0.77	0.53	0.65	0.74	0.50	0.62	0.71
DER = 0.70	0.78	0.85	0.88	0.72	0.81	0.86	0.66	0.77	0.83	0.61	0.73	0.81	0.56	0.69	0.78
DER = 0.70	0.88	0.90	0.92	0.84	0.89	0.90	0.78	0.86	0.90	0.72	0.82	0.88	0.66	0.78	0.85
DER = 0.75	0.51	0.61	0.73	0.47	0.60	0.70	0.44	0.56	0.67	0.42	0.53	0.64	0.41	0.51	0.61
DER = 0.75	0.62	0.75	0.82	0.55	0.70	0.78	0.50	0.65	0.75	0.46	0.60	0.71	0.44	0.56	0.67
DER = 0.75	0.77	0.85	0.88	0.68	0.80	0.86	0.60	0.75	0.83	0.53	0.69	0.79	0.49	0.64	0.75
Valeur UEB du fourrage	1.65	1.65	1.65	1.70	1.70	1.70	1.75	1.75	1.75	1.80	1.80	1.80	1.85	1.85	1.85
Valeur UFL du concentré	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10
Valeur UFL du fourrage (	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36
Valeur UFL du fourrage (	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.42	0.42	0.42
Valeur UFL du fourrage (	0.55	0.55	0.55	0.53	0.53	0.53	0.52	0.52	0.52	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49
DER = 0.55	0.84	0.89	0.92	0.82	0.87	0.91	0.80	0.86	0.91	0.77	0.85	0.89	0.75	0.83	0.89
DER = 0.55	0.91	0.93	0.94	0.89	0.93	0.94	0.86	0.92	0.95	0.84	0.90	0.94	0.82	0.89	0.93
DER = 0.55	0.94	0.96	0.98	0.94	0.95	0.97	0.93	0.95	0.96	0.91	0.95	0.96	0.88	0.93	0.97
DER = 0.60	0.73	0.81	0.86	0.69	0.79	0.85	0.67	0.76	0.83	0.64	0.74	0.81	0.62	0.72	0.80
DER = 0.60	0.81	0.88	0.91	0.77	0.85	0.90	0.74	0.83	0.88	0.71	0.81	0.87	0.68	0.78	0.85
DER = 0.60	0.89	0.93	0.94	0.86	0.91	0.94	0.83	0.89	0.93	0.79	0.87	0.92	0.75	0.84	0.90
DER = 0.65	0.59	0.71	0.78	0.57	0.68	0.76	0.54	0.65	0.74	0.53	0.63	0.72	0.51	0.61	0.70
DER = 0.65	0.67	0.78	0.85	0.63	0.75	0.82	0.60	0.71	0.80	0.57	0.69	0.77	0.55	0.66	0.76
DER = 0.65	0.77	0.85	0.90	0.72	0.82	0.88	0.67	0.79	0.86	0.63	0.75	0.83	0.60	0.72	0.81
DER = 0.70	0.48	0.59	0.69	0.46	0.56	0.66	0.45	0.54	0.64	0.44	0.53	0.62	0.43	0.51	0.61
DER = 0.70	0.53	0.66	0.75	0.50	0.62	0.72	0.48	0.59	0.69	0.47	0.57	0.67	0.45	0.55	0.64
DER = 0.70	0.60	0.73	0.82	0.56	0.69	0.79	0.52	0.65	0.76	0.50	0.62	0.73	0.48	0.59	0.70
DER = 0.75	0.39	0.49	0.59	0.38	0.47	0.57	0.37	0.46	0.54	0.37	0.45	0.53	0.36	0.44	0.52
DER = 0.75	0.42	0.53	0.64	0.41	0.51	0.61	0.40	0.49	0.59	0.39	0.47	0.57	0.38	0.46	0.55
DER = 0.75	0.46	0.59	0.71	0.44	0.55	0.68	0.42	0.53	0.64	0.41	0.51	0.61	0.40	0.49	0.59

TABLEAU 7 : PREVISION DE LA QUANTITE DE MATIERE SECHE DE FOURRAGE CONSOMMEE EN FONCTION DE LA CAPACITE D'INGESTION DE L'ANIMAL ET DE LA QUANTITE DE CONCENTRE APPORTEE (EN MATIERE BRUTE).

Valeur d'encombrement du fourrage (UEB par kg de MS)	1,10					1,20					1,30				
Capacité d'ingestion (UEB) \ Concentré en kg brut	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	4,2	3,4	2,4	1,4	-	3,9	3,1	2,2	1,3	-	3,6	3,0	2,1	1,2	-
6	5,1	4,5	3,5	2,4	1,4	4,7	4,1	3,2	2,3	1,4	4,4	3,9	3,0	2,1	1,3
7	6,0	5,4	4,6	3,5	2,6	5,5	5,0	4,3	3,3	2,3	5,2	4,7	4,0	3,1	2,1
8	6,9	6,4	5,6	4,6	3,7	6,4	5,9	5,3	4,4	3,4	6,0	5,6	4,9	4,1	3,0
9	7,9	7,3	6,7	5,7	4,7	7,3	6,9	6,2	5,3	4,4	6,8	6,4	5,8	5,0	4,1
10	8,8	8,3	7,6	6,8	5,8	8,1	7,7	7,1	6,3	5,4	7,6	7,3	6,7	5,9	5,1

TABLEAU 8 : VALEUR NUTRITIVE, VALEUR D'ENCOMBREMENT ET COMPOSITION DE QUELQUES FOURRAGES

(EXTRAITS DE LA BROCHURE INRA - ITEB, 1979 : PRATIQUE DE L'ALIMENTATION DES BOVINS. I - VACHES LAITIERES)

La valeur nutritive, la valeur d'encombrement et la composition des aliments sont données dans les tableaux suivants, par rapport à la matière sèche.

Voici la signification des symboles employés dans l'ordre où ils apparaissent dans les "Tableaux" :

MS : Teneur en matière sèche de l'aliment (en p.100)

UFL : Unité Fourragère Lait : c'est la quantité d'énergie nette pour la production laitière contenue dans un kg d'orge de référence. Cette unité est utilisée pour les animaux du troupeau laitier à l'entretien, en lactation, en gestation ou en croissance modérée (croît inférieur à 750 g/jour).

UFV : Unité Fourragère Viande : c'est la quantité d'énergie nette dans un kg d'orge de référence pour l'entretien et le croît chez l'animal à l'engrais (croît supérieur à 750 g/jour).

PDIN : Teneur en Protéines Digestibles dans l'Intestion grêle (PDI) permises par l'azote de l'aliment (en g).

PDIE : Teneur en PDI permises par l'énergie de l'aliment (en g).

MAD : Teneur en Matières Azotées Digestibles (en g).

UEM : Unité d'Encombrement (UE) du fourrage pour le mouton "standard" ayant servi à mesurer l'ingestibilité du fourrage. Elle résulte directement des mesures.

UEB : Unité d'Encombrement (UE) du fourrage pour les bovins. Elle est déduite des UEM à l'aide des relations établies entre les quantités ingérées par les moutons et celles ingérées par les bovins, sauf pour les fourrages pour lesquels on disposait d'un grand nombre de mesures sur des bovins.

$\frac{UFL}{UEB}$: Densité énergétique en UFL du fourrage dans le cas des bovins pour lesquels on utilise les UFL.

$\frac{UFV}{UEB}$: Densité énergétique en UFV du fourrage dans le cas des bovins pour lesquels on utilise les UFV.

Constituants organiques (en g) : teneur de l'aliment en matière organique (MO), en matières azotées totales (MAT = N x 6,25), en cellulose brute de Weende (CB).

Constituants minéraux (en g) : teneur de l'aliment en phosphore (P), en calcium (Ca).

N°	ALIMENTS	MS (p.100)	par kg de matière sèche													
			Valeur énergétique		Valeur azotée (g)			Valeur d'encombrement		Densité énergétique		Constituants organiques (g)			Constituants minéraux (g)	
			UFL	UFV	PDIN	PDIE	MAD	UEM	UEB	$\frac{UFL}{UEB}$	$\frac{UFV}{UEB}$	MO	MAT	CB	P	Ca
	FOURRAGES PATURES															
	Prairie naturelle de plaine															
	1er cycle															
1	Stade paturage	17	0,96	0,92	109	109	121	0,88	0,93	1,03	0,99	889	168	244	4,0	7,0
2	Début épiaison	17	0,89	0,84	85	95	86	1,03	1,02	0,87	0,82	906	131	276	3,5	6,5
2bis	Epiaison	18	0,84	0,78	77	89	75	1,12	1,06	0,79	0,74	914	119	294	-	-
3	Pleine épiaison	18	0,77	0,70	69	82	64	1,25	1,12	0,69	0,63	918	107	313	-	-
4	Floraison	19	0,66	0,57	59	73	48	1,47	1,21	0,55	0,47	922	92	329	2,5	5,5
	2ème cycle															
5	Feuillu, 5 semaines d'âge	18	0,93	0,87	139	124	166	0,90	0,94	0,99	0,93	897	215	267	-	-
6	5 semaines après déprimage	17	0,90	0,84	99	102	104	0,96	0,98	0,92	0,86	902	153	261	-	-
7	Feuillu, 8 semaines d'âge	18	0,86	0,79	89	95	92	1,03	1,02	0,84	0,77	901	137	275	-	-
8	8 semaines après déprimage	20	0,77	0,70	70	83	65	1,23	1,11	0,69	0,63	917	108	318	-	-
	3ème cycle															
9	6 semaines d'âge	16	0,90	0,84	130	118	153	0,94	0,97	0,93	0,87	895	201	280	4,0	6,5
10	8 semaines d'âge	17	0,90	0,85	115	111	130	1,09	1,05	0,86	0,81	891	178	248	-	-

N°	ALIMENTS	MS (p.100)	par kg de matière sèche													
			Valeur énergétique		Valeur azotée (g)			Valeur d'encombrement		Densité énergétique		Constituants organiques (g)			Constituants minéraux (g)	
			UFL	UFV	PDIN	PDIE	MAD	UEM	UEB	UFL/UEB	UFV/UEB	MO	MAT	CB	P	Ca
	FOURRAGES SECS															
	Prairie naturelle de plaine															
	1er cycle, début épiaison															
75	Fané au sol par beau temps (ventilé)	85	0,80	0,73	77	84	74	1,27 (1,19)	1,13 (1,09)	0,71 (0,73)	0,65 (0,67)	910	125	298	3,5	6,5
76	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,76	0,68	74	81	67	1,36	1,16	0,65	0,59	909	120	320	3,0	6,0
77	Fané par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	85	0,70	0,62	71	77	62	1,44	1,19	0,59	0,52	917	115	332	3,0	5,0
	1er cycle, épiaison															
78	Fané au sol par beau temps (ventilé)	85	0,75	0,67	71	79	63	1,36 (1,27)	1,16 (1,13)	0,65 (0,66)	0,58 (0,59)	917	114	315	3,0	6,0
79	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,73	0,65	67	77	58	1,47	1,20	0,61	0,54	916	109	335	2,5	5,5
80	Fané par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	85	0,67	0,58	64	73	54	1,60	1,29	0,52	0,45	923	104	347	2,5	5,0
	1er cycle, pleine épiaison															
81	Fané au sol par beau temps (ventilé)	85	0,71	0,62	63	73	53	1,50 (1,39)	1,22 (1,18)	0,58 (0,60)	0,51 (0,53)	922	102	333	3,0	6,0
82	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,69	0,59	60	71	47	1,63	1,31	0,53	0,45	921	97	351	2,5	5,5
83	Fané par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	85	0,63	0,53	57	67	43	1,79	1,42	0,44	0,37	927	92	363	2,5	5,0
	1er cycle, floraison															
84	Fané au sol par beau temps	85	0,61	0,51	54	65	41	1,70	1,36	0,45	0,37	923	88	347	2,5	5,5
85	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,59	0,49	51	63	35	1,92	1,50	0,39	0,33	922	83	365	2,0	5,0
86	Fané par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	85	0,55	0,45	48	60	30	2,08	1,61	0,34	0,28	928	78	377	2,0	4,5
	1er cycle, fin floraison															
87	Fané au sol par beau temps	85	0,56	0,45	53	62	38	1,83	1,44	0,39	0,31	923	86	353	-	-
88	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,54	0,43	50	60	33	2,08	1,61	0,33	0,27	922	81	370	-	-
89	Fané par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	85	0,51	0,40	47	57	29	2,27	1,73	0,29	0,23	928	76	382	-	-
	2ème cycle, feuillu, 7 semaines															
90	Fané au sol par beau temps (ventilé)	85	0,77	0,69	89	88	86	1,25 (1,17)	1,12 (1,08)	0,69 (0,71)	0,62 (0,64)	909	144	297	3,5	7,5
91	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,73	0,65	86	85	80	1,32	1,15	0,63	0,56	907	139	319	3,0	7,0
92	Fané par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	85	0,69	0,60	83	82	75	1,41	1,18	0,58	0,51	916	134	331	3,0	6,0
	Dactyle															
98	1er cycle, épiaison, ventilé	85	0,75	0,67	78	82	77	1,23	1,11	0,68	0,60	900	126	314	2,5	3,0
99	1er cycle, pleine épiaison, fané au sol par beau temps	85	0,68	0,59	65	73	58	1,44	1,19	0,57	0,50	903	105	349	2,5	3,0
100	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,66	0,57	62	71	52	1,56	1,26	0,52	0,45	900	100	366	2,5	2,5
101	1er cycle, floraison, fané au sol par beau temps	85	0,58	0,48	56	65	46	1,68	1,34	0,43	0,36	910	91	348	2,0	2,5
102	2ème cycle, feuillu, 6 semaines, fané au sol par beau temps	85	0,77	0,69	108	97	121	1,17	1,08	0,71	0,64	895	175	309	3,0	5,0

N°	ALIMENTS	MS (p.100)	par kg de matière sèche													
			Valeur énergétique		Valeur azotée (g)			Valeur d'encombrement		Densité énergétique		Constituants organiques (g)			Constituants minéraux (g)	
			UFL	UFV	PDIN	PDIE	MAD	UEM	UEB	UFL/UEB	UFV/UEB	MO	MAT	CB	P	Ca
	Ray-grass italien															
113	1er cycle, épiaison, ventilé	85	0,73	0,66	50	69	37	1,27	1,13	0,65	0,58	909	81	287	3,0	4,5
114	1er cycle, pleine épiaison, fané au sol par beau temps	85	0,70	0,62	47	66	33	1,41	1,18	0,59	0,53	914	76	302	2,5	4,5
115	Fané par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	85	0,67	0,58	44	63	26	1,53	1,24	0,54	0,47	912	71	323	2,0	4,0
116	1er cycle, floraison, fané au sol par beau temps	85	0,66	0,57	41	61	24	1,53	1,24	0,53	0,46	918	66	317	2,5	4,5
117	2ème cycle, 6 semaines, fané au sol par beau temps	85	0,71	0,62	92	87	96	1,27	1,13	0,63	0,55	906	149	315	-	-
118	2ème cycle, 8 semaines, fané au sol par beau temps	85	0,63	0,54	68	73	62	1,36	1,16	0,54	0,47	914	110	320	2,0	3,5
	Luzerne															
	1er cycle															
119	Bourgeonnement, ventilé	85	0,70	0,61	118	103	130	1,10	0,95*	0,74	0,64	904	179	327	3,0	16,0
120	Bourgeonnement, fané au sol	85	0,64	0,54	105	94	107	1,29	1,01*	0,63	0,53	918	158	385	2,5	15,0
121	Floraison, ventilé	85	0,64	0,54	114	98	123	1,15	0,96*	0,67	0,56	913	172	347	2,5	16,0
122	Floraison, fané au sol	85	0,57	0,46	99	88	100	1,39	1,05*	0,54	0,44	926	150	400	2,0	15,0
	2ème cycle															
123	7 semaines, ventilé	85	0,66	0,57	120	102	136	1,12	0,95*	0,69	0,60	901	182	341	2,0	15,5
124	7 semaines, fané au sol	85	0,61	0,50	106	93	114	1,32	1,02*	0,60	0,49	916	161	396	2,0	14,5
	Trèfle violet															
	1er cycle															
125	Bourgeonnement, ventilé	85	0,76	0,68	105	94	105	1,04	0,94*	0,81	0,72	891	169	270	2,5	13,0
126	Bourgeonnement, fané au sol	85	0,69	0,60	103	91	102	1,06	0,94*	0,73	0,64	888	166	280	2,5	12,0
127	Floraison ventilé	85	0,62	0,52	91	83	88	1,23	0,99*	0,63	0,53	907	147	327	2,5	12,5
128	Floraison, fané au sol	85	0,56	0,46	89	79	86	1,25	0,99*	0,57	0,46	904	144	337	2,0	11,5
	2ème cycle															
129	7 semaines, ventilé	85	0,77	0,69	120	102	124	0,95	0,92*	0,84	0,75	886	194	257	2,5	13,0
130	7 semaines, fané au sol	85	0,69	0,61	118	98	122	0,96	0,92*	0,75	0,66	883	191	267	2,5	12,5
	FOURRAGES ENSILES															
	Prairie naturelle de plaine															
	1er cycle															
145	Début épiaison, coupe fine + conservateur efficace	21	0,89	0,84	79	80	84	1,29	1,08	0,82	0,78	906	131	306	3,5	6,5
146	Début épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,89	0,84	76	72	84	1,32	1,20	0,74	0,70	906	131	306	3,5	6,5
147	Début épiaison, coupe longue + conservateur efficace	21	0,89	0,84	79	77	84	1,84	1,26	0,71	0,67	906	131	306	3,5	6,5
148	Début épiaison, coupe longue sans conservateur	21	0,89	0,84	75	68	84	1,94	1,43	0,62	0,59	906	131	306	3,5	6,5
149	Epiaison coupe fine + conservateur efficace	21	0,84	0,78	72	75	73	1,35	1,11	0,76	0,70	914	119	324	-	-
150	Epiaison coupe fine sans conservateur	21	0,84	0,78	69	68	73	1,39	1,23	0,68	0,63	914	119	324	-	-
151	Epiaison coupe longue + conservateur efficace	21	0,84	0,78	72	73	73	1,96	1,29	0,65	0,60	914	119	324	-	-
152	Epiaison coupe longue sans conservateur	21	0,84	0,78	68	65	73	2,07	1,46	0,57	0,53	914	119	324	-	-
157	Floraison coupe fine + conservateur efficace	21	0,66	0,57	56	62	46	1,54	1,17	0,56	0,49	922	92	359	-	-
158	Floraison coupe fine sans conservateur	21	0,66	0,57	54	57	46	1,59	1,30	0,51	0,44	922	92	359	-	-
159	Floraison coupe longue + conservateur efficace	21	0,66	0,57	55	60	46	2,45	1,37	0,48	0,42	922	92	359	-	-
160	Floraison coupe longue sans conservateur	21	0,66	0,57	52	54	46	2,58	1,55	0,43	0,37	922	92	359	-	-
	2ème cycle															
161	7 semaines, coupe fine + conservateur efficace	21	0,86	0,80	91	83	103	1,27	1,07	0,80	0,75	904	151	305	3,5	7,5
162	7 semaines, coupe fine sans conservateur	21	0,86	0,80	88	74	103	1,30	1,19	0,72	0,67	904	151	305	3,5	7,5
163	7 semaines, coupe longue + conservateur efficace	21	0,86	0,80	91	79	103	1,79	1,25	0,69	0,64	904	151	305	3,5	7,5
164	7 semaines, coupe longue sans conservateur	21	0,86	0,80	86	69	103	1,89	1,42	0,61	0,56	904	151	305	3,5	7,5

* Ces valeurs résultent directement des mesures effectuées sur bovins.

N°	ALIMENTS	MS (p.100)	par kg de matière sèche													
			Valeur énergétique		Valeur azotée (g)			Valeur d'encombrement		Densité énergétique		Constituants organiques (g)			Constituants minéraux (g)	
			UFL	UFV	PDIN	PDIE	MAD	UEM	UEB	UFL/UEB	UFV/UEB	MO	MAT	CB	P	Ca
	Dactyle															
170	1er cycle, début épiaison, coupe fine + conservateur efficace	21	0,86	0,81	83	80	96	1,27	1,08	0,80	0,75	875	137	285	3,0	3,5
171	1er cycle, début épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,86	0,81	80	72	96	1,30	1,19	0,72	0,68	875	137	285	3,0	3,5
172	1er cycle, épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,81	0,75	77	70	86	1,35	1,22	0,66	0,61	890	132	323	-	-
173	1er cycle, pleine épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,73	0,66	64	63	67	1,43	1,25	0,58	0,53	896	110	361	2,5	3,0
174	2ème cycle, 8 semaines, coupe fine sans conservateur	21	0,75	0,68	81	68	89	1,30	1,19	0,63	0,57	885	139	325	3,0	5,0
	Ray-grass anglais															
180	1er cycle, début épiaison, coupe fine + conservateur efficace	21	0,88	0,84	68	76	66	1,36	1,10	0,80	0,76	897	112	289	3,0	5,5
181	1er cycle, début épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,88	0,84	65	70	66	1,40	1,23	0,71	0,68	897	112	289	3,0	5,5
182	1er cycle, épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,83	0,77	57	66	55	1,45	1,25	0,66	0,62	902	98	310	-	-
183	1er cycle, pleine épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,75	0,68	50	60	44	1,48	1,27	0,59	0,53	909	85	337	-	-
184	2ème cycle, épié, 7 semaines, coupe fine, sans conservateur	21	0,85	0,79	71	70	75	1,35	1,22	0,70	0,65	907	121	272	-	-
	Ray-grass d'italie															
185	1er cycle, une semaine avant le début épiaison, coupe fine + conservateur efficace	21	0,88	0,83	68	76	71	1,29	1,08	0,81	0,77	899	112	264	-	-
186	1er cycle, début épiaison, coupe fine + conservateur efficace	21	0,84	0,79	59	71	57	1,30	1,09	0,77	0,72	904	97	278	3,0	4,5
187	1er cycle, début épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,84	0,79	57	66	57	1,34	1,21	0,69	0,65	904	97	278	3,0	4,5
188	1er cycle, épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,79	0,73	50	62	48	1,39	1,23	0,64	0,59	906	85	293	-	-
189	1er cycle, pleine épiaison, coupe fine sans conservateur	21	0,76	0,69	48	60	44	1,41	1,24	0,61	0,56	913	82	314	3,0	4,5
190	2ème cycle, 5 semaines, coupe fine sans conservateur	21	0,83	0,77	99	77	120	1,29	1,19	0,70	0,65	894	169	292	3,5	5,0
	Luzerne															
	1er cycle															
191	Bourgeonnement, coupe fine + conservateur efficace	21	0,78	0,70	121	92	148	1,07	0,98	0,80	0,71	899	195	324	2,5	17,0
192	Bourgeonnement, coupe longue + conservateur efficace	21	0,78	0,70	120	88	148	1,36	1,16	0,67	0,60	899	195	324	2,5	17,0
193	Début floraison, coupe fine + conservateur efficace	21	0,73	0,64	118	89	143	1,17	1,04	0,70	0,62	900	190	350	-	-
	2ème cycle															
194	5 semaines, coupe fine + conservateur efficace	21	0,81	0,73	137	99	174	0,98	0,94	0,86	0,78	900	220	330	3,0	16,0
195	5 semaines, coupe fine préfanée à plus de 35 % de MS	35	0,78	0,69	133	94	174	1,04	0,89	0,88	0,78	900	220	330	3,5	17,5
	Maïs (1)															
	Plante entière															
	. Bonnes conditions de végétation															
	* Normal en épi (55 à 65 % de la MS)															
198	. à 25-30 % de MS	28	0,84	0,78	53	71	45	1,26	1,12	0,75	0,70	940	85	208	-	-
199	. supérieur à 30 % de MS	36	0,85	0,79	51	71	42	1,40	1,04	0,82	0,76	947	82	188	2,5	3,5
200	* Riche en épi (plus de 65 % de la MS et à 35 % de MS)	34	0,91	0,86	51	73	42	1,38	1,04	0,88	0,83	953	82	165	-	-
	. Conditions de végétation défavorables															
201	* Inférieur à 25 % de MS et récolté plus de 2 mois après la floraison (températures insuffisantes	22	0,79	0,72	56	70	50	1,47	1,25	0,63	0,58	940	90	228	-	-
202	Cannes à la maturité du grain	31	0,59	0,50	38	49	28	2,50	1,50	0,39	0,33	907	66	337	2,0	4,0
203	Epis complets	53	1,02	0,98	51	81	42	1,56	1,07	0,95	0,92	981	83	90	-	-

(1) Pour les ensilages de maïs et de céréales immatures, les valeurs d'encombrement en UEB résultent directement des mesures effectuées sur bovins.

CONCLUSIONS

De l'état d'ébauche dans le Livre rouge, le système des UE est devenu fonctionnel pour les Bovins.

Son principe est sûr parce qu'il traduit le mécanisme de base de la régulation de la quantité d'aliments ingérée par les Ruminants consommant uniquement des fourrages ou des rations à base de fourrages. En effet, chez un animal de capacité d'ingestion donnée, cette quantité est limitée fondamentalement par l'effet d'encombrement que ces fourrages exercent dans le rumen ; cet effet peut être assimilé au produit de la teneur en membranes des fourrages par le temps de séjour de ces membranes dans le rumen (cf JARRIGE, 1978). Par suite, dans la quantité totale ingérée les aliments se substituent sur la base de cet effet d'encombrement qu'exprime leur valeur UE.

Cependant la quantité ingérée de fourrages et d'aliments ne se ramène pas exclusivement à ces processus physiques. Elle dépend aussi d'autres caractéristiques physico-chimiques des aliments qui agissent sur les sens de l'animal. Par exemple, certains fourrages sont mal consommés en raison de leur mauvaise préhensibilité, de leur structure (piquants...) ou de la présence de produits altérant leur odeur ou leur goût. Les bovins peuvent se comporter différemment des ovins à cet égard. Par suite, celles des valeurs UEB qui ont été calculées directement à partir des valeurs UEM pourront donc être améliorées lorsqu'on disposera de mesures directes sur les bovins.

La capacité d'ingestion figurant dans les tableaux 1 à 3 est une valeur moyenne correspondant au poids et au niveau de production d'animaux en bonne santé et alimentés selon leurs beoins. La capacité d'ingestion d'un animal, ou d'un lot d'animaux de mêmes caractéristiques, peut s'en éloigner par suite de différents autres facteurs : 1°) les particularités génétiques du comportement alimentaire de l'animal, 2°) son état sanitaire (parasitisme, troubles digestifs ou métaboliques...) et son équilibre hormonal ; 3°) l'état de ses réserves corporelles, donc son passé, et le niveau de son bilan énergétique et azoté, 4°) les stress climatiques ou sociaux... Avec une valeur unique de la capacité d'ingestion, on ne peut évidemment pas tenir compte de ces facteurs, quelle que soit l'unité utilisée.

La précision du système des UEB doit donc diminuer quand augmente la part des facteurs métaboliques dans la régulation de l'ingestion. Elle est moins bonne, d'une part, pour les femelles à la fin de la gestation et au début de la lactation, et pour les animaux, soit en mauvais état, soit très gras, et, d'autre part, pour les rations à base de fourrages d'excellente qualité (UEB$<$1,1) ou riches en aliments concentrés.

Au total, le système des UEB permet :

- de mettre sous forme simple, d'application facile, la masse de données existant sur les quantités d'aliments ingérés par les Ruminants,
- de faire comprendre le mécanisme de base de l'ingestion chez les Ruminants et l'importance capitale de la valeur d'encombrement et de la densité énergétique des fourrages,
- de prévoir correctement la quantité de fourrage ingérée par les animaux dans la plupart des situations.

Mais, pas plus que l'utilisation des rations types ou que tout autre système de calcul, il ne supprime l'obligation de vérifier que les quantités d'aliments prévues sont effectivement consommées par les animaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I.N.R.A., 1978. *Alimentation des ruminants.* Ed. I.N.R.A.-Publications - route de St Cyr - 78 000 Versailles

JOURNET M., POUTOUS M., CALOMITI S., 1965. *Ann. Zootech.* **14**, 5-37

JOURNET M., REMOND B., 1976. *Livestock Production Science,* **3**, 129-146.

ARTICLES TECHNIQUES PARUS EN 1978

J.P. BARLET : L'hypocalcémie vitulaire. in « *La Vache Laitière* », p. 281-284. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78 000 Versailles

J.P. BARLET : L'alimentation vitaminique des vaches laitières. in « *La Vache laitière* », p. 217-230. Ed. INRA Publications - Route de St Cyr - 78 000 Versailles.

M. BROCHART et P. PACCARD : La pathologie des troupeaux laitiers. in « *La Vache Laitière* », p. 247-258. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78 000 Versailles.

J.P. DULPHY : Réunion sur les nouvelles ressources alimentaires pour la production animale. Cordoba, mai 1978. A. Gomez Cabrera et J.L. Garcia de Siles, éditeurs.

J.P. DULPHY : Utilisation des ensilages d'herbe pour la production laitière, la croissance et l'engraissement. Compte rendu de la réunion ACAF, Clermont-Fd, 29 mars 1978.

J.P. DULPHY : Quantités ingérées et phénomènes de substitution — conséquences pour le rationnement. in « *La Vache Laitière* », p. 87 à 98. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

J.P. GAREL et A. HODEN : Niveaux de complémentation des foins et ensilages d'herbe en zone de demi-montagne. in « *La Vache Laitière* », p 321-326. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr 78000 Versailles

R. GOUTEFONGEA, J.P. GIRARD et B. JACQUET : Caractéristiques de la viande porc - de transformation. Journées Recherche Porcine en France, 235-248.

A. HODEN : Rationnement au début de la lactation. in « *La Vache Laitière* », p 71-86. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr 78000 Versailles.

A. HODEN et M. JOURNET : Efficacité d'utilisation de différents compléments azotés non protéiques offerts en libre service en complément de ration à base de paille. Document ADEPRINA « *Aliments liquides* », 31-33.

A. HODEN et M. JOURNET : Comportement alimentaire, niveau d'ingestion et croissance des génisses d'élevage recevant des rations à base de paille complémentées par des aliments liquides. Document ADEPRINA « *Aliments liquides* », 39-41.

A. HODEN, M. JOURNET et R. VERITE : Avantages et inconvénients de l'ensilage de maïs, plante entière, pour la production laitière. *Entreprises agricoles,* n°100, 93-95.

R. JARRIGE : Conclusions sur la production du veau de boucherie. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 147-154. Ed. INRA Publications- Route de St-Cyr - 78000 Versailles

M. JOURNET et B. REMOND : Rationnement énergétique selon le stade de lactation et le niveau de production. in « *La Vache Laitière* », p. 121-142. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

M. JOURNET : Nouvelles recommandations azotées. Le système « PDI ». in « *La Vache Laitière* », p. 159-182. Ed. INRA Publications - Route de St Cyr - 78000 Versailles.

M. JOURNET et A. HODEN : Utilisation des aliments liquides par les différentes catégories d'animaux. Document ADEPRINA « *Aliments liquides* », p. 34-38.

M. LAMAND : Les besoins de la vache laitière en oligoéléments. *Bull. G.T.V.*, juillet 1978 (Conférence du 24.5.77, journées G.T.V. Vittel).

M. LAMAND : L'alimentation minérale des vaches laitières : les oligo-éléments. in « *La Vache Laitière* », p. 209-216. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

P. LARVOR, Y. RAYSSIGUIER : La tétanie d'herbage. *Le Point Vétérinaire,* 7, 79-86.

G. LIENARD et G. BAUD : Quel avenir pour le veau de boucherie en zone herbagère ? Son évolution en Auvergne et Limousin. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 135-146. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

C. MALTERRE et C. BERANGER : L'exploitation des vaches de réforme : une production importante de viande. L'*Elevage,* Numéro hors série « La Viande bovine » p. 101-108.

W. MARTIN-ROSSET : Utilisation comparée des pâturages d'altitude par le cheval et les ruminants. *Bulletin d'information et de liaison chevaux lourds*, n°2 - CEREOPA, 16, rue Claude Bernard - 75231 PARIS CEDEX 05.

W. MARTIN-ROSSET: Production laitière de la jument et allaitement du poulain. 4ème journée d'étude « Quoi de neuf en matière de recherches sur le cheval » à Paris 8 mars. CEREOPA, 16, rue Claude Bernard-75231 Paris Cedex 05.

P. PATUREAU-MIRAND : Le métabolisme de l'azote du veau pré-ruminant. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 85-94. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

M. PETIT et R. JARRIGE : Caractéristiques et contraintes de l'élevage des vaches allaitantes. *B.T.I.* n°328-329 « Productions animales et habitat » p. 237-239.

Y. RAYSSIGUIER et P. LARVOR : La tétanie d'herbage. in « *La Vache Laitière* », p. 273-280. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

C. REMESY et C. DEMIGNE : L'acétonémie. in « *La Vache Laitière* », p. 295-296. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

B. REMOND : Utilisation des céréales à paille par les ruminants. *Bull. Techn. Inf.,* **331**, 327-333.

B. REMOND : Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait. in « *La Vache Laitière* » p. 231-246. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

P. THIVEND : Utilisation des amidons et des autres glucides d'origine végétale par le veau préruminant. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 55-62. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 - Versailles.

P. THIVEND et R. TOULLEC : Accroissement du poids de la carcasse du veau de boucherie. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 95-100. Ed. INRA publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

P. THIVEND et C. DARDILLAT : Les diarrhées d'origine alimentaire : cas des glucides. in « *Le Veau de BOucherie* », p. 117-122. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

J.L. TROCCON : Génotypes pie-noirs du troupeau expérimental de Theix. in « *La Vache Laitière* », p. 31-38. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

C. VALIN et J. KOPP : Influence des facteurs technologiques sur la tendreté des viandes bovines. *I.A.A.*, n°4, 315-325.

C. VALIN : La stimulation électrique. *Revue Générale du Froid,* n°7, 501-505.

C. VALIN : La qualité des viandes de veau. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 101-108. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

R. VERITE et C. DEMARQUILLY : Qualité des matières azotées des aliments pour ruminants. in « *La Vache Laitière* », p. 143-158. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

M. VERMOREL, J.P. QUILLET et R. TOULLEC : Les problèmes d'environnement et d'habitat des veaux. *Bull. Techn. d'information,* 328-329, p. 225-235.

M. VERMOREL : Nouvelles recommandations énergétiques. Les unités fourragères « lait » (UFL). in « *La Vache Laitière* », p. 99-120. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

M. VERMOREL et P. PATUREAU-MIRAND : Utilisation des produits terminaux de la digestion des glucides et des lipides par le veau préruminant. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 63-74. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

M. VERMOREL : Le métabolisme énergétique du veau préruminant. in « *Le Veau de Boucherie* », p. 75-84. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles.

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision. Les indications de référence figurent au haut de la première page de chaque article.

Editions S.E.I.
C.N.R.A.
Route de St Cyr
78 000 - VERSAILLES
Dépôt légal : 1er trimestre 1979
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP

Directeur de la Publication
C. MALTERRE et A. HODEN